Antonia Francisca Lima Cardoso
Sharles Gabriel De Souza Borges
Shirlenne Ferreira Silva
Francisco Helio Alves De Andrade
(Orgs.)

AGROPECUÁRIA E MEIO AMBIENTE

UMA VISÃO INTEGRADA

VOLUME 2



científica digital

CIENTÍFICA DIGITAL EDITORIAL LTDA
Barueri - São Paulo - Brasil
www.cientificadigital.org - contato@cientificadigital.org

Diagramação e Arte
Diego Santos
Diogo Lima
Imagens da Capa
Adobe Stock - 2025

Edição © 2025 Científica Digital
Texto © 2025 Os Autores
1ª Edição - 2025
Acesso Livre - Open Access

© COPYRIGHT - TODOS OS DIREITOS RESERVADOS. A editora detém os direitos autorais sobre a edição e o projeto gráfico, enquanto os autores mantêm os direitos autorais de seus respectivos textos. Esta obra está licenciada sob a Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional, permitindo o download e compartilhamento integral ou parcial, desde que a fonte seja devidamente citada e os créditos atribuídos aos autores. É obrigatório que a obra permaneça em formato de Acesso Livre (Open Access), sem qualquer alteração. A catalogação em plataformas de acesso restrito ou com fins comerciais é estritamente proibida.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A281

Agropecuária e meio ambiente: uma visão integrada: Volume 2 / Organização de Antonia Francisca Lima Cardoso, Sharles Gabriel de Souza Borges, Shirlenne Ferreira Silva, et al. – Barueri-SP: Científica Digital, 2025..

Outro organizador: Francisco Helio Alves de Andrade
Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui Bibliografia
ISBN 978-65-83998-25-5
DOI 10.37885/978-65-83998-25-5

1. Agronomia. I. Cardoso, Antonia Francisca Lima (Organizadora). II. Borges, Sharles Gabriel de Souza (Organizador). III. Silva, Shirlenne Ferreira (Organizadora). IV. Título.

CDD 630

Elaborado por Janaína Ramos – CRB-8/9166

Índice para catálogo sistemático:
I. Agronomia

E-BOOK
ACESSO LIVRE ON LINE - IMPRESSÃO PROIBIDA
2025

Antonia Francisca Lima Cardoso
Sharles Gabriel de Souza Borges
Shirlenne Ferreira Silva
Francisco Helio Alves de Andrade
(Orgs.)

Agropecuária e Meio Ambiente:
Uma Visão Integrada

1ª EDIÇÃO

científica digital

2025 - BARUERI - SP

CONSELHO EDITORIAL

Prof. Dr. André Cutrim Carvalho
Prof. Dr. Antônio Marcos Mota Miranda
Profª. Ma. Auristela Correa Castro
Prof. Dr. Carlos Alberto Martins Cordeiro
Prof. Dr. Carlos Alexandre Oelke
Profª. Dra. Caroline Nóbrega de Almeida
Profª. Dra. Clara Mockdece Neves
Profª. Dra. Claudia Maria Rinhel-Silva
Profª. Dra. Clecia Simone Gonçalves Rosa Pacheco
Prof. Dr. Cristiano Marins
Profª. Dra. Cristina Berger Fadel
Prof. Dr. Daniel Luciano Gevehr
Prof. Dr. Diogo da Silva Cardoso
Prof. Dr. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes
Prof. Dr. Fabricio Gomes Gonçalves
Profª. Dra. Fernanda Rezende
Prof. Dr. Flávio Aparecido de Almeida
Profª. Dra. Francine Náthalie Ferraresi Queluz
Profª. Dra. Geuciane Felipe Guerim Fernandes
Prof. Dr. Humberto Costa
Prof. Dr. Joachin Melo Azevedo Neto
Prof. Dr. Jónata Ferreira de Moura
Prof. Dr. José Aderval Aragão
Prof. Me. Julianno Pizzano Ayoub
Prof. Dr. Leonardo Augusto Couto Finelli
Prof. Dr. Luiz Gonzaga Lapa Junior
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva
Profª. Dra. Maria Cristina Zago
Profª. Dra. Maria Otília Zangão
Prof. Dr. Mário Henrique Gomes
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes
Prof. Dr. Nelson J. Almeida
Prof. Dr. Pedro Afonso Cortez
Prof. Dr. Reinaldo Pacheco dos Santos
Prof. Dr. Rogério de Melo Grillo
Profª. Dra. Rosenery Pimentel Nascimento
Prof. Dr. Rossano Sartori Dal Molin
Prof. Me. Silvio Almeida Junior
Profª. Dra. Thays Zigante Furlan Ribeiro
Prof. Dr. Wescley Viana Evangelista
Prof. Dr. Willian Carboni Viana
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Acesse a lista completa dos Membros do Conselho Editorial em www.editoracientifica.com.br/conselho

Parecer e revisão por pares
Os textos que compõem esta obra passaram por avaliação do Conselho Editorial e revisão por pares externos *(Peer Review)*, recebendo a devida recomendação para publicação.

Nota: Esta obra é fruto de um processo colaborativo, configurando-se como uma coletânea na qual os direitos autorais permanecem resguardados para os respectivos autores. Alguns capítulos podem ter origem em trabalhos anteriormente apresentados em eventos acadêmicos; no entanto, os autores foram orientados a adotar o devido rigor na prevenção do autoplágio. A responsabilidade pelo conteúdo de cada capítulo, assim como pela originalidade e integridade das informações publicadas, é inteiramente dos respectivos autores e autoras. O conteúdo da obra não reflete, necessariamente, a opinião da editora, dos organizadores ou dos membros do conselho editorial.

APRESENTAÇÃO

Esta obra é fruto de um esforço colaborativo que reuniu professores, estudantes e pesquisadores cujo envolvimento enriqueceu significativamente as discussões neste espaço formativo. Além disso, resulta de iniciativas interinstitucionais e ações voltadas ao incentivo à pesquisa, congregando especialistas de diversas áreas do conhecimento, vinculados a Instituições de Educação Superior, públicas e privadas, em âmbito nacional e internacional.

Seu principal objetivo é fortalecer a integração entre instituições, tanto no Brasil quanto no exterior, por meio de redes de pesquisa comprometidas com a formação continuada de profissionais da educação. Para isso, busca-se a produção e a ampla disseminação do conhecimento em distintas áreas do saber.

Expressamos nossa profunda gratidão aos autores pelo empenho, comprometimento e dedicação na concepção e finalização desta obra. Esperamos que ela se consolide como um recurso didático-pedagógico valioso, atendendo às necessidades de estudantes, docentes de todos os níveis de ensino e demais interessados na temática.

Antonia Francisca Lima Cardoso
Sharles Gabriel de Souza Borges
Shirlenne Ferreira Silva
Francisco Helio Alves de Andrade

SUMÁRIO

Capítulo **01**

DISPONIBILIDADE DE FORRAGEM AO LONGO DO ANO E PRODUÇÃO ANIMAL NA CAATINGA

Shirlenne Ferreira Silva; Marcos Lenyn Rodrigues dos Santos; João Paulo Matos Pessoa; Samila Barbosa Lisboa; Joana Floribela Lima da Silva; Lívia Laena Pires de Moura; Fernanda Fernandes Liarth; Clara Beatriz Marques da Silva Xavier; Alexandre Fernandes Perazzo; Ricardo Loiola Edvan

doi 10.37885/250619614 10

Capítulo **02**

COMPORTAMENTO INGESTIVO E BEM-ESTAR DE OVINOS EM PASTAGEM TROPICAL

João Paulo Matos Pessoa; Leane Veras da Silva; Marcos Lenyn Rodrigues dos Santos; Shirlenne Ferreira Silva; Regina Maria Fontenele Magalhães; Angelina Milka Veras da Costa; Dejânia Rodrigues da Silva; Maria Vitoria de Paiva Oliveira; Samila Barbosa Lisboa; Brenda Barbosa de Souza

doi 10.37885/250719744 29

Capítulo **03**

IMPACTO DA INGESTÃO DE SILAGEM NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

Shirlenne Ferreira Silva; Maysa Callado Moura; Clara Beatriz Marques da Silva Xavier; Samila Barbosa Lisboa; Francinaldo Nunes Pessoa Filho; Andreza Maria Ribeiro da Cruz; Luan Felipe Reis Camboim; Maria Beatriz Lima Fontana; Vanessa Karyne Atenas dos Santos; Jennifer Cristine Araújo Rodriguês

doi 10.37885/250719768 48

Capítulo **04**

METODOLOGIAS PARA AVALIAÇÃO DE FORRAGEM NO ESTRATO HERBÁCEO E ARBÓREO DA CAATINGA

Shirlenne Ferreira Silva; João Paulo Matos Pessoa; Marcos Lenyn Rodrigues dos Santos; Samila Barbosa Lisboa; Antônio Nelson Lima Costa; Clara Beatriz Marques da Silva Xavier; Joana Floribela Lima Da Silva; Lívia Laena Pires de Moura; Assíria Anne Rodrigues Campos; Fernanda Fernandes Liarth

doi 10.37885/250719771 69

Capítulo **05**

QUALIDADE DA SILAGEM E SEGURANÇA ALIMENTAR DOS ANIMAIS

Shirlenne Ferreira Silva; Clara Beatriz Marques da Silva Xavier; Maysa Callado Moura; Samila Barbosa Lisboa; Francinaldo Nunes Pessoa Filho; Andreza Maria Ribeiro da Cruz; Vanessa Karyne Atenas dos Santos; Leilianny Alencar da Silva; Maria Beatriz Lima Fontana; George Campos de Brito Vieira

doi 10.37885/250719772 92

Capítulo **06**

FATORES QUE INTERFEREM NO CONSUMO DA SILAGEM

Angelina Milka Veras da Costa; Clara Beatriz Marques da Silva Xavier; Maysa Callado Moura; Francinaldo Nunes Pessoa Filho; Jennifer Cristine Araújo Rodriguês; Maria Beatriz Lima Fontana; Samila Barbosa Lisboa; Antônio Nelson Lima Costa; Clarisse de Sousa Araújo; Shirlenne Ferreira Silva

10.37885/250719833 ..... **106**

Capítulo **07**

FORMAÇÃO EM BOAS PRÁTICAS E SEGURANÇA EM LABORATÓRIOS NO CONTEXTO DA UNIVERSIDADE

Shirlenne Ferreira Silva; Luan Felipe Reis Camboim; Barbara Lorena Virginio Monteiro do Nascimento; Ravickson da Rocha Reis; Dejânia Rodrigues da Silva; Brenda Barbosa de Souza; George Campos de Brito Vieira; Maria Juliana Austríaco Silva; Alexandre Fernandes Perazzo; Ricardo Loiola Edvan

10.37885/250719843 ..... **128**

Capítulo **08**

PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DE SORGO

Regina Maria Fontenele Magalhães; Daniel de Carvalho Gomes; David Tcharly Oliveira Leite; Alexandre de Sousa Freitas; Gustavo Cruz Sousa; Verônica Larangeira da Silva; Shirlenne Ferreira Silva; Dhiéssica Morgana Alves Barros; Lucas Silva Bezerra; Francisco José Paiva Nascimento

10.37885/250719859 ..... **145**

Capítulo **09**

MELANCIA: O PAPEL DAS ABELHAS NA POLINIZAÇÃO WATERMELON: THE ROLE OF BEES IN POLLINATION

Miriam monteiro da costa; Jordana de Lima Lucena; Nadison Barbosa Santana; Ediane Rodrigues Brito; Malena Andrade Nogueira; Milena Conceição de Jesus; Geni da Silva Sodré

10.37885/250819869 ..... **159**

Capítulo **10**

FUNDAMENTOS DO COMPORTAMENTO APRENDIDO EM ANIMAIS DOMÉSTICOS

Solange Damasceno Sousa; Antônio Marcos Ferreira Fernandes; Fátima Révia Granja Lima; Fagner Cavalcante Patrocínio dos Santos; Ana Luiza Malhado Cazaux de Souza Velho; Elayne Cristina Gadelha Vasconcelos

10.37885/250819900 ..... **175**

Capítulo **11**

MEDIDAS UTILIZADAS PARA O COMPONENTE ARBUSTIVO-ARBÓREO DA CAATINGA

Shirlenne Ferreira Silva; Samila Barbosa Lisboa; João Paulo Matos Pessoa; Marcos Lenyn Rodrigues dos Santos; Maysa Callado Moura; Joana Floribela Lima da Silva; Assíria Anne Rodrigues Campos; Fernanda Fernandes Liarth; Lívia Laena Pires de Moura; Antônio Nelson Lima Costa

doi 10.37885/250819903 ..... **197**

Capítulo **12**

SILAGEM E FENO DE PLANTAS NATIVAS OU ADAPTADAS NA CAATINGA

Shirlenne Ferreira Silva; Marcos Lenyn Rodrigues dos Santos; João Paulo Matos Pessoa; Samila Barbosa Lisboa; Clara Beatriz Marques da Silva Xavier; Joana Floribela Lima da Silva; Angelina Milka Veras da Costa; Dejânia Rodrigues da Silva; Maria Vitória de Paiva Oliveira; Laiane Nogueira Duarte

doi 10.37885/250819914 ..... **209**

Capítulo **13**

CASA FAMILIAR RURAL DE TIMON-MA: PROPAGAÇÃO DA PALMA FORRAGEIRA PARA PRODUÇÃO DE MUDAS EM ESCOLA TÉCNICA

Shirlenne Ferreira Silva; Antonia Francisca Lima Cardoso; Francisco Helio Alves de Andrade; Samuel Cunha da Silva; Bruna Márcia Pereira da Silva; Daniel Santos Pereira; Nicole Vitória Rodrigues; Yasmin Soares de Macedo; Joana Darc Pereira Brandão; Joyce Tainara Gomes de Araújo

doi 10.37885/250819961 ..... **225**

Capítulo **14**

ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO DE MELÃO AMARELO DA EMPRESA AGRÍCOLA JARDIM

Luiz Lopez Martin Neto; Maria Lúcia Maurício da Silva; Jordan Linhares Dias; Rayane Nunes Gomes; Viviane Silva Martins; Gabriel Sidharta dos Santos Rêgo; Karla Danieli de Souza Vieira Messias; Francisco Hélio Alves de Andrade; Paulo Cássio Alves Linhares

doi 10.37885/250819974 ..... **237**

Capítulo **15**

SUPERVISÃO DA PRODUÇÃO DE MELÃO AMARELO NA FAZENDA BOA ESPERANÇA

Rafael Camilo de Morais; Paulo Cássio Alves Linhares; Jordan Linhares Dias; Ruth Cristina da Silva; Arthur Lima de Oliveira; Mikael da Silva Oliveira; Rayane Nunes Gomes; Karla Danieli de Souza Vieira Messias; Francisco Hélio Alves de Andrade; Maria Lúcia Maurício da Silva

doi 10.37885/250819976 ..... **250**

Capítulo **16**

COMPOSTAGEM COMO RECURSO METODOLÓGICO NO ENSINO/APRENDIZAGEM DA AGROECOLOGIA PARA ESTUDANTES DA CASA FAMILIAR RURAL DE TIMON-MA

Sharles Gabriel de Souza Borges; Shirlenne Ferreira Silva; Antônio Francisco da Silva Gomes; Carlos André da Silva Gomes; Edileydia Sousa Silva; Gustavo Brito Medeiros; Paulo Henrique de Sousa Aguiar; Sebastião Santos de Oliveira; Maria Paula Coutinho Chaves; Sara Hemilly de Oliveira Rocha

doi 10.37885/250819980 263

Capítulo **17**

PRODUÇÃO DE MELANCIA NA EMPRESA *BRAZIL MELON*: UMA EXPERIÊNCIA PRÁTICA

Francisco Lucas da Silva Ferreira; Paulo Cássio Alves Linhares; Rayane Nunes Gomes; Maria Lúcia Maurício da Silva; Diogo Santos Cavalcante; Arthur Lima de Oliveira; Francisco Hélio Alves de Andrade; Antonia Francisca Lima Cardoso; Sharles Gabriel de Souza Borges; Shirlenne Ferreira Silva

doi 10.37885/250820022 274

Capítulo **18**

EXIGÊNCIAS DE AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS PARA TAMBAQUI (*COLOSSOMA MACROPOMUM* CUVIER 1818)

Antonia Francisca Lima Cardoso; Sharles Gabriel de Souza Borges; Francisco Hélio Alves de Andrade; Shirlenne Ferreira Silva; Paulo Cássio Alves Linhares ; João Henrique Barbosa da Silva; Rômulo Jordão Neves Aroucha; Cledson Gomes de Sá

doi 10.37885/250920041 285

SOBRE OS ORGANIZADORES 302

ÍNDICE REMISSIVO 304

01

DISPONIBILIDADE DE FORRAGEM AO LONGO DO ANO E PRODUÇÃO ANIMAL NA CAATINGA

Shirlenne Ferreira Silva
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Marcos Lenyn Rodrigues dos Santos
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

João Paulo Matos Pessoa
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Samila Barbosa Lisboa
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Joana Floribela Lima da Silva
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Lívia Laena Pires de Moura
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Fernanda Fernandes Liarth
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Clara Beatriz Marques da Silva Xavier
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Alexandre Fernandes Perazzo
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Ricardo Loiola Edvan
Universidade Federal do Piauí (UFPI

10.37885/250619614

RESUMO

Cerca de 70% da vegetação da Caatinga é formada por plantas forrageiras que podem ser divididas em estratos: herbáceo, arbustivo e arbóreo. O potencial produtivo da Caatinga é cerca de 4,0 toneladas por hectare por ano, havendo uma grande variação na produção de forragem entre a época chuvosa e seca. Observa-se que há um paradoxo, pois na época chuvosa há produção de biomassa de boa qualidade pelo estrato arbóreo, mas não está disponível para os animais em pastejo. Já na época seca, as folhas do estrato arbóreo caem e ficam disponíveis para os animais (serrapilheira), mas de pouca qualidade, apresentando baixa proteína bruta e digestibilidade. O desempenho dos bovinos é modesto na época chuvosa (cerca de 300 a 400 g por bovino por dia) e há perda de peso na época seca. Porém, há estratégias para aumentar a disponibilidade de forragem e ganho de peso animal, uma delas é o raleamento, que consiste em diminuir a quantidade de plantas arbóreas para cerca de 200 a 400 árvores por hectare, permitindo que o estrato herbáceo domine a área. Outra estratégia, é o rebaixamento, que consiste em realizar o corte das plantas arbóreas, mas permitindo seu rebrote. Por fim, o raleamento seguido de enriquecimento do estrato herbáceo com gramíneas exóticas como o Capim Buffel, Capim Gramão, Capim Corrente e Capim Andropogon, consiste na estratégia que permite criar até um bovino por hectare com ganho de peso satisfatório ao longo da época chuvosa e seca.

Palavras-chave: Composição química; fitomassa; pastagem nativa.

INTRODUÇÃO

Ao longo de milhares de anos, as espécies pertencentes ao bioma Caatinga desenvolveram vários mecanismos que permitiram à sua vegetação, a adaptação às condições climáticas que estavam submetidas. Segundo Araújo Filho (2002), a vegetação da Caatinga é caracterizada por árvores e arbustos de porte baixo que apresentam como característica marcante, a caducifolia. Várias plantas são dotadas de espinhos, apresentando cutículas impermeáveis, caules suculentos e subterrâneos ricos em nutrientes. Todas essas adaptações conferem à vegetação um aspecto característico, denominado xeromorfismo.

Grande parte do estrato arbóreo e uma pequena parte do estrato arbustivo não estão disponíveis aos animais durante a época chuvosa devido à altura do dossel, porém, com a chegada do período seco em que ocorre a queda das folhas, estas tornam-se disponíveis, sendo a partir desse momento que há a formação do componente serrapilheira. Em relação ao estrato herbáceo, este é constituído por plantas efêmeras em parte. Nesse caso, as espécies que o compõem completam seu ciclo de forma rápida, aproveitando os pulsos de precipitações. A outra parte desse estrato que são consideradas anuais, apresentam grande declínio em sua composição química em função da falta da precipitação. Por fim, a serapilheira é o componente que recobre a superfície do solo, composta por restos de vegetação, folhas, cascas e frutos em diferentes estágios de decomposição (Maciel, 2016).

A serrapilheira apresenta grande importância na alimentação dos animais durante o período seco, pois as folhas que outrora não eram consumidas seja por estarem fora do alcance dos animais ou por não serem palatáveis quando verdes, ao caírem no solo são consumidas pelos mesmos, sendo ricas fontes de nutrientes contribuindo para a mantença dos rebanhos na estiagem, além da proteção que oferece ao solo contra a radiação e altas temperaturas (Araújo Filho, 2002).

Segundo Drummond *et al.* (2000) algumas espécies da Caatinga merecem destaque, dentre as quais, podem ser citadas as arbóreas, o Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Benth), Pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex. Tul.), Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.), Catingueira rasteira (*Caesalpinia microphylla* Mart.), Canafístula (*Senna spectabilis* var. excelsa (Sharad)), Marizeiro

(*Geoffraea spinosa* Jacq.), Mororó (*Bauhinia* sp.), Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.), Rompe-gibão (*Pithecelobium avaremotemo* Mart.) e o Juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.).

Entre as espécies arbustivas e subarbustivas: Jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret), Engorda-magro (*Desmodium* sp), Marmelada de cavalo (*Desmodium* sp), Feijão bravo (*Phaseolus firmulus* Mart.), e o Mata-pasto (*Senna* sp), entre as lianas e rasteiras: Mucunãs (*Stylozobium* sp) e Cunhãs (*Centrosema* sp).

Entre as frutíferas, temos o Umbu (*Spondias tuberosa* Arruda), Araticum (*Annona glabra* L., *A. coriacea* Mart., *A.spinescens* Mart.), Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomez), Jatobá (*Hymenaea* spp.), Juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.), Murici (*Byrsonima* spp.) e o Licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.). De acordo com os autores citados acima, todas estas espécies são exploradas pela população de forma extrativista, resultando na diminuição da população dessas espécies e deixando-as em riscos de extinção.

Em relação à produção total de fitomassa, ramos e folhas das espécies lenhosas juntamente com as plantas herbáceas chegam em média a 4.000 kg ha^{-1}, sendo alimento para caprinos, ovinos, bovinos e muares, além de possuir também potencial madeireiro e medicinal. No período chuvoso, 70% das espécies botânicas da Caatinga têm significativa participação na alimentação dos animais, enquanto que no período seco, devido à redução da produção, essa participação torna-se limitada (Leite *et al.*, 1990; Araújo Filho *et al.*, 1994).

A irregularidade das chuvas e a baixa capacidade de retenção da água no solo agravam a produção de fitomassa da Caatinga, já que a água apresenta papel importante na fisiologia das plantas, na produção de fitomassa e duração dos estádios fenológicos. Durante o período de estiagem o material remanescente das espécies é predominante, ainda que tenha aumento da disponibilidade de matéria seca (MS), há diminuição da digestibilidade (Souza *et al.*, 2013).

COMPOSICÃO QUÍMICA DE FORRAGEIRAS ARBÓREAS DA CAATINGA

Embora existam informações disponíveis sobre a vegetação da Caatinga, sua riqueza florística forrageira ainda é pouco conhecida, tornando mais dificultoso

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

o conhecimento de espécies com potencial a serem empregadas. De acordo com Araújo Filho e Carvalho (1997), essa deficiência no conhecimento contribui para a prevalência de um manejo extrativista da vegetação, carecendo de práticas e tecnologias adequadas ao aporte de uma base de sustentabilidade nos ecossistemas da Caatinga.

Segundo Drummond *et al.* (2000) essa exploração extrativista traz consequências desastrosas, principalmente relacionadas aos recursos naturais renováveis. Assim, já foram observadas grandes perdas da diversidade da flora e fauna, o solo já está comprometido devido à rapidez da erosão resultando na diminuição da fertilidade do mesmo, e há diminuição da qualidade das fontes de águas devido à sedimentação e sinais de desertificação.

De acordo com Oliveira (1996), além da existência de fatores limitantes à produção, ainda há o decréscimo no valor nutritivo das forrageiras nativas na estação seca, com baixos teores de proteína bruta e redução da digestibilidade da forragem, resultando no aumento do teor da parede celular, além da presença de substâncias que influenciam negativamente na qualidade da forragem presentes em algumas espécies oriundas do estrato arbustivo e arbóreo.

Segundo Santos *et al.* (2010), a vegetação da Caatinga é composta por árvores, arbustos, bromeliáceas, cactáceas, gramíneas e outras dicotiledôneas que prevalecem anualmente, mas devido a fatores relacionados ao solo e ao déficit hídrico aliado ao inadequado manejo e ao superpastejo, parte dessa vegetação apresenta baixo valor forrageiro, sobretudo durante o período seco, devido sua constate mudança no teor de nutrientes.

Um dos maiores entraves na alimentação dos animais dependentes da Caatinga é a queda na produção de forragem durante a estação seca. Diante dessa condição, os rebanhos acabam alimentando-se de material de baixa qualidade, não palatáveis ou tóxicos, refletindo assim em baixo desempenho, sendo mais crítica ainda a situação, quando a estação seca torna-se mais prolongada que o normal (Leite *et al.*, 1987).

Segundo Pereira Filho e Bakke (2010), a maioria das avaliações da disponibilidade de biomassa da vegetação herbácea da Caatinga é feita por curto período de tempo, expressando resultados pontuais, representando um determinado momento (por exemplo, início, meio ou fim do período das

chuvas), o que as tornam poucos representativas, dificultando a realização de maiores inferências.

No período das chuvas a Caatinga apresenta grande disponibilidade de biomassa, ocorrendo o inverso no período da seca. A questão que nos responsabiliza é: já que existe tanta variação em termos qualitativos e quantitativos das forrageiras, que são dependentes da sazonalidade dessa região, o que fazer para manter os rebanhos em épocas críticas? E pensando como um produtor que anela salvar a vida de seus animais, que de certa maneira estará salvando a sua própria vida também, o que fazer com o pouco alimento disponível na época seca?

Para responder a esses questionamentos, é necessário não só o conhecimento da vegetação da Caatinga, mas sobretudo aplicar técnicas que condizem com a realidade desse bioma, de maneira que explore-se o potencial das plantas forrageiras por meio do manejo sustentável, acima de tudo respeitando o limite do bioma e compreendendo-o para que a execução das atividades, seja realizada de maneira adequada.

Um exemplo prático, são os dados relacionados ao uso de plantas arbóreas, em que cerca de 70% das espécies fazem parte da alimentação de bovinos, ovinos e caprinos, seja pela queda das folhas na época seca ou fazendo uso destas como alimento conservado. Dessa maneira, informações de suas características de produção e composição química da fitomassa são determinantes para o uso no melhor período e a forma em que serão utilizadas (Araújo Filho, 2013).

Em trabalho realizado por Silva *et al.* (2015), em que avaliaram a composição química e o potencial forrageiro de diferentes espécies da Caatinga (Tabela 1), como "oró" (*Macroptilium heterophyllum*), "erva de ovelha" (*Stylosanthes humilis*), "feijão de rolinha" (*Rhynchosia minima*), "rapadura de cavalo" (*Desmodium tortuosum* (Sw) Dc.)), "Jitirana" (*Merremia aegyptia*), "jurema preta" (*Mimosa tenuiflora* Wild), "mororó" (*Bauhinia cheilantha*), "feijão de rola" (*Macroptilium lathyroides*), e "catingueira" (*Caesalpinia pyramidalis*), os autores verificaram que as espécies de plantas analisadas apresentaram heterogeneidade em sua composição e diferentes potenciais para uso como forragem.

Tabela 1 - Composição química (% MS) de plantas nativas da Caatinga com características de potencial forrageiro.

Espécies	MM	PB	EE	FDN	FDA	LIG	CEL	NIDN	NIDA	TAN
Catingueira	5,1	10,2	7,4	43,8	27,6	8,4	19,2	0,78	1,50	4,4
Feijão de rola	6,9	9,8	3,5	46,4	32,4	6,7	25,7	0,51	0,79	0,8
Oró	18,4	14,9	3,0	41,6	30,6	6,1	24,5	0,4	1,1	2,7
Feijão de rolinha	9,8	21,4	4,6	44,4	28,6	10,3	18,3	1,4	3,0	1,1
Jitirana	7,3	10,3	3,5	51,1	36,1	6,5	29,6	0,4	1,0	0,9
Mororó	7,5	18,9	2,8	46,9	26,6	9,2	17,4	1,1	2,8	0,9
Jurema preta	6,5	14,7	5,4	49,9	40,3	16,8	23,5	1,7	2,3	2,3
Rapadura de cavalo	7,5	20,0	3,4	31,9	20,8	3,8	16,6	1,1	3,8	8,5
Erva de ovelha	9,9	16,9	2,3	50,8	35,4	3,8	30,1	0,4	2,2	18,5

MS= matéria seca; MM= matéria mineral; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; LIG= lignina; CEL= celulose; NIDN= nitrogênio indigestível em detergente neutro; NIDA= nitrogênio indigestível em detergente ácido; TAN= tanino.

Fonte: Silva *et al*. (2015).

Segundo Araújo Filho (2013), as espécies da Caatinga apresentam diferenças estacionais associadas à flutuações na composição química. A riqueza florística forrageira da Caatinga ainda é pouco conhecida, o que pode trazer dificuldades no momento da seleção de espécies que podem ser utilizadas tanto em sistemas agroflorestais, ou como forrageiras, por isso, a ênfase na importância do conhecimento tanto da composição química como do potencial dessas espécies.

Para Souza *et al.* (2013), informações sobre a composição química da vegetação da Caatinga e a variação dessa composição ao longo das estações, implica dizer que no período das chuvas quando há maior disponibilidade de alimento, uma parte desse material não é utilizado pelos animais. As poucas informações sobre o seu valor nutritivo e uso podem contribuir para o não aproveitamento de muitas espécies de valor forrageiro.

Discutir sobre isso segundo Pereira Filho e Bakke (2010) exige muito cuidado devido à sua complexidade e a alguns fatores que devem ser considerados:

- A elevada biodiversidade vegetal dificulta o conhecimento de seus valores nutricionais de forma individualizada;
- Embora o potencial de matéria seca que é produzido esteja próximo de quatro toneladas, existe grande variação na quantidade e qualida-

de do material disponível para o pastejo/ramoneio animal por causa da quantidade e distribuição das chuvas;

– Boa parte dos produtores familiares criam caprinos, ovinos e bovinos sem padrão de raça definido e muito adaptados à região, que apresentam diferenças significativas na preferência e seletividade de plantas e/ou partes destas ao longo do ano;

– A existência de substâncias antinutricionais ou tóxicas em algumas espécies vegetais quando consumidas, podem influenciar na resposta nutricional dos animais;

– Manejo inadequado, criando situações em que não há controle sobre a capacidade de suporte da pastagem.

Silva *et al.* (2011) avaliaram a composição química de espécies de vegetação herbácea da Caatinga durante as estações chuvosa e seca e observaram variação na composição química em todas as espécies analisadas. O teor de nutrientes e a digestibilidade das espécies apresentaram melhor qualidade na estação chuvosa, sendo que a variação na qualidade das espécies estudadas foi dependente da área de estudo e da estação do ano.

Em geral, os nutrientes variam muito ao longo do ano, os teores de proteína bruta e de carboidratos não estruturais decrescem, e os de fibra em detergente neutro e lignina aumentam à medida que se caracteriza o final das chuvas, fato explicado pela entrada em dormência das plantas lenhosas e pela presença no estrato herbáceo de grande número de plantas com ciclo biológico curto (Pereira Filho e Bakke, 2010).

Souza *et al.* (2013) avaliaram a disponibilidade e o valor nutritivo da vegetação de Caatinga no semiárido Norte Rio Grandense do Brasil, no estudo os autores identificaram 11 espécies, pertencendo a 7 famílias com predomínio das *Leguminosae*, sendo 3 arbustivas e 4 arbóreas. Em relação à disponibilidade de fitomassa do componente vegetativo, esta teve uma variação de 1219,95 (julho/2010) a 722,28 (janeiro/2011) kg/MS por hectare. Na Tabela 2 estão os dados de composição química da pastagem em fragmento de Caatinga.

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

Tabela 2 - Composição química (%MS) da disponibilidade total da pastagem em fragmento de Caatinga no Semiárido brasileiro.

Nutrientes	Períodos				
	2010			2011	
	Julho	Setembro	Novembro	Janeiro	Média
*MS	89,53	72,78	76,84	79,94	79,77
MM	10,40	13,35	12,13	17,10	3,24
MO	89,60	86,65	88,13	87,54	87,98
PB	7,73	7,25	7,64	8,54	7,79
EE	3,52	2,93	5,40	5,30	4,28
FDN	76,26	76,79	68,46	71,00	73,12
FDA	72,08	71,84	60,58	67,87	68,09
CT	78,35	76,47	74,87	69,07	74,69
CNF	8,09	9,37	11,84	8,56	9,46
DIVMS	55,0	47,50	44,70	56,00	50,80

*MS= matéria seca; MM= matéria mineral; MO= matéria orgânica; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; CT= carboidratos totais; CNF= carboidratos não fibrosos; DIVMS= digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Fonte: Souza *et al*. (2013).

Os autores ressaltaram que embora a fitomassa estivesse alta no período de transição chuva/seca, apenas uma pequena porcentagem (10%) do material encontrado pode ser considerado como forragem, havendo contribuição da serapilheira. Foi observado também, que o grau de maturação das plantas encontradas no fragmento da Caatinga (Tabela 2), pode promover a redução do teor de proteína bruta e aumentar os teores de lignina, que por sua vez, podem ter contribuído para a maximização dos teores de Fibra em Detergente Neutro (média de 73,12%) e Fibra em Detergente Ácido (média de 68,09%), possibilitando redução na digestibilidade dos nutrientes (50,80%).

ESTRATÉGIAS PARA ELEVAR A DISPONIBILIDADE DE FORRAGEM NO ESTRATO HERBÁCEO DA CAATINGA

Por meio de modificações na estrutura e na arquitetura da vegetação da Caatinga, sem afetar sua biodiversidade é possível prover meios para aumentar a disponibilidade de forragem através de técnicas de manipulação da vegetação: Raleamento, Rebaixamento e Enriquecimento.

O Raleamento é realizado através de cortes de espécies selecionadas que apresentam pouco valor forrageiro e madeireiro. Assim, com a diminuição da densidade dessas plantas, permite-se que outras espécies, principalmente as do estrato herbáceo, se desenvolvam. O Marmeleiro (*Croton blanchetianus*), Velame (*Croton campestris*) e Mofumbo (*Combretum leprosum*), são as plantas mais recomendadas para o raleamento.

A diminuição do sombreamento permite maior incidência de raios solares e com o início do período chuvoso, as sementes das plantas herbáceas terão condições para germinar. Assim, haverá aumento na produção de forragem e com maior quantidade do estrato herbáceo disponível aos animais, principalmente as dicotiledôneas herbáceas que apresentam melhor palatabilidade aos ovinos e bovinos.

Segundo Araújo Filho (2013), há três tipos de raleamento: em savana, em bosque e em faixas. No primeiro tipo, as árvores são isoladas para preservação. É aplicável em área de Caatinga sucessional nos estádios arbustivo-arbóreo e arbóreo-arbustivo. A aplicação é realizada em áreas com declividade de no máximo 10%, este é o modelo mais utilizado. Para o raleamento em bosque, as árvores de ocorrência natural são poupadas. Aplica-se em áreas de Caatinga arbórea ou nos estádios arbóreo-arbustivo.

Por fim, o raleamento em faixas é aplicado em terrenos acidentados, com declives de 10 a 25%. São feitas faixas de vegetação nativa e perpendicularmente ao declive do terreno, de maneira que siga as curvas de nível com o objetivo de conter a erosão.

As vantagens dessa prática incluem maior oferta de forragem do estrato herbáceo pela redução do sombreamento, criando condições para que as plantas herbáceas se desenvolvam, contribuindo para o aumento da capacidade de suporte e incremento da produção animal, tornando viável a exploração pastoril na caatinga (Cavalcante *et al.*, 2014). O Raleamento é o método de manejo da Caatinga apropriado à criação de bovinos e/ou ovinos (Araújo Filho, 2013).

A respeito da diversidade da vegetação herbácea da Caatinga raleada, trabalhos realizados por Araújo Filho (2013) e Petter (1992) mostraram que esta é bastante elevada, com registro de 45 a 220 espécies, com 35 a 90% delas com participação na dieta de ruminantes, dependendo do local e do ano (Tabela 3).

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

Tabela 3 - Participação dos componentes botânicos da Caatinga raleada nas dietas de bovinos, caprinos e ovinos, na estação úmida (EU) e na estação seca (ES).

Espécie	Participação dos componentes botânicos (%)								
	Gramíneas			Ervas			Lenhosas		
	EU	ES	Média	EU	ES	Média	EU	ES	Média
Bovinos	78,3	71,5	74,9	17,0	19,6	18,3	4,7	8,9	6,8
Caprinos	17,0	18,1	17,5	37,5	15,0	26,2	45,5	66,9	56,2
Ovinos	47,2	21,0	34,1	48,0	55,7	51,8	4,8	23,3	14,0

Fonte: Adaptado de Araújo Filho (2013) e Petter (1992).

Segundo os autores, é possível afirmar que para bovinos, as gramíneas constituem o componente mais importante de sua dieta em Caatinga raleada com 74,9%, enquanto folhas de espécies lenhosas e ervas de folhas largas fizeram parte de 82,4% da dieta de caprinos e gramíneas, e ervas de folhas largas contribuíram com 85% da dieta de ovinos.

É importante ressaltar que a disponibilidade de forragem (2.400 kg/ha/ano) em Caatinga raleada corresponde a 60% da fitomassa produzida (4.000 kg/ha), originando capacidade e suporte anual para bovinos de 3,5 ha/cab, para caprinos e ovinos de 0,5 ha/cab (Tabela 4).

O rebaixamento é feito através da broca manual de espécies lenhosas de valor forrageiro com o intuito de aumentar o acesso à forragem de árvores e arbustos que estejam fora do alcance dos animais. A técnica consiste em fazer um corte com altura em torno de 70 cm em espécies arbóreas, como por exemplo: Jurema preta, Catingueira e Mororó (Araújo Filho, 2013).

Tabela 4 - Produção anual média de fitomassa (Pfito), disponibilidade de forragem (Dfor), capacidade de suporte (CSup), ganho de peso diário (GPD) na recria e produção de peso vivo (PPV) em uma caatinga raleada.

Espécie Animal	Pfito (kg/ha)	Dfor (kg/ha/ano)	Csup (ha/cab/ano)	GPD (g)		PPV (kg/ha/ano)
				Inverno	Verão	
Bovino	4.000	2.400	3,5	621,0	-11,5	63,6
Caprino	4.000	2.400	0,5	57,7	26,8	61,7
Ovino	4.000	2.400	0,5	77,9	32,0	76,4

Fonte: Araújo Filho *et al.* (2002).

A vegetação dever ser rebaixada na época que compreende o terço final do período seco, assim com o início das chuvas as plantas que foram cortadas irão rebrotar e aumentar a quantidade de forragem para os animais e tornar disponível o estrato herbáceo em locais com menor rebrota. Dessa forma, é possível alcançar a produção de fitomassa de árvores e arbustos no início das chuvas permitindo aos animais o pastejo e alcance da vegetação para o ramoneio.

O rebaixamento é o método de manejo da Caatinga próprio para a criação de caprinos em pastoreio solteiro ou combinado com ovinos ou bovinos (Araújo Filho, 2013). Como dito, a Caatinga rebaixada deverá ser explorada preferencialmente por caprinos ou a combinação de bovinos e caprinos na proporção de 1:6 ou 1:8. Segundo o autor, a disponibilidade de forragem (4.000 kg/ha) na Caatinga rebaixada corresponde a 40% da fitomassa produzida (1.600 kg/ha). Dentro dessas condições a capacidade de suporte anual é de 5 ha para bovinos, 0,7 para caprinos e 1 ha para ovinos (Tabela 5).

Tabela 5 - Produção anual média de fitomassa (Pfito), disponibilidade de forragem (Dfor), capacidade de suporte (CSup), ganho de peso diário (GPD) na recria e produção de peso vivo (PPV) em uma caatinga rebaixada.

Espécie Animal	Pfito (kg/ha)	Dfor (kg/ha/ano)	Csup (ha/cab/ano)	GPD (g)		PPV (kg/ha/ano)
				Inverno	Verão	
Bovino	4.000	1.600	5,0	405,8	-132,9	20,0
Caprino	4.000	1.600	0,7	54,0	27,8	42,6
Ovino	4.000	1.600	1,0	47,7	21,0	25,1

Fonte: Araújo Filho (2002).

Os caprinos foram os animais que apresentaram melhor desempenho em Caatinga raleada quando comparados com os ganhos em Caatinga nativa. Ao considerar o ganho de peso no inverno, os caprinos obtiveram 50% de aumento em ganhos diários, enquanto que bovinos e ovinos ficaram apenas com 8%. Pereira Filho *et al.* (2007) avaliando a disponibilidade de fitomassa do estrato herbáceo de uma Caatinga raleada submetida ao pastejo alternado ovino-caprino durante seis anos, obtiveram produção de biomassa do estrato herbáceo (kg/ha) bastante variável ao longo dos anos. Esses resultados, segundo os autores, refletem a quantidade e a distribuição das chuvas no desenvolvimento das espécies que compõem o estrato herbáceo.

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

Oliveira *et al.* (2015) avaliando as características quantitativas e qualitativas de plantas arbustivo-arbóreas e herbáceas de Caatinga raleada sob pastejo de ovinos em Serra Talhada-PE, observaram que a massa de forragem total das plantas avaliadas variou de 422 ± 42 a 1.262 ± 95 kg MS ha^{-1} durante o período de um ano de avaliação (janeiro/2011 a janeiro/2012), o que esse resultado pode estar associado principalmente à variação ocorrida na distribuição e ocorrência de chuvas.

Na Tabela 6 estão os dados da composição química das plantas avaliadas. Os autores verificaram que com o avanço do período seco os teores de MS, FDN, FDA e CT do pasto aumentaram, enquanto que os teores de PB, MM e CNF reduziram.

Tabela 6 - Composição química (%MS) da forragem em Caatinga raleada pastejada por ovinos, em diferentes períodos de avaliação, Serra Talhada (PE).

Ciclos	*MS	MM	FDN	FDA	EE	PB	CNF	CT
Jan/11	32,3	10,7	48,3	23,8	2,2	12,9	25,9	74,2
Mar/11	30,5	8,8	56,8	33,0	2,6	9,1	22,6	79,4
Abr/11	30,5	8,5	60,3	35,4	2,3	7,3	21,6	81,9
Jun/11	34,5	11,4	67,6	39,2	2,6	8,9	9,4	77,0
Ago/11	57,9	8,1	72,2	42,0	2,5	6,7	10,4	82,6
Out/11	78,9	5,9	79,2	48,5	1,2	3,6	10,1	89,3
Dez/11	48,8	10,1	58,5	28,7	1,8	10,6	18,9	77,5
Jan/12	73,8	6,8	55,7	32,7	3,0	11,2	23,3	79,0

*MS= matéria seca; MM= matéria mineral; MO= matéria orgânica; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; CNF= carboidratos não fibrosos; CT= carboidratos totais.

Fonte: Oliveira *et al.* (2015).

Quanto ao desempenho animal, os ganhos de peso vivo foram de 51 g $animal^{-1}$ dia^{-1} e 14,2 kg ha^{-1} no período chuvoso e de 32 g $animal^{-1}$ dia^{-1} e 9,4 kg ha^{-1} no período seco, devido ao período seco ter sido mais prolongado, houve menor ganho de peso diário dos animais em relação ao período chuvoso. Por fim, os autores concluíram que a Caatinga submetida ao raleamento apresentou variações ao longo do ano, na massa de forragem, na composição bromatológica e no desempenho animal.

Ribeiro Filho *et al.* (2015), avaliaram a produtividade de fitomassa herbácea em diferentes manejos da Caatinga: Caatinga Conservada (CC), Caatinga

Raleada (CR), e Caatinga submetida ao desmatamento/queima/semeadura da gramínea *Andropogon gayanus* Kunt (DQP). Os dados de produtividade das três áreas durante os quatro anos estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Comparativo da produtividade da fitomassa herbácea em diferentes manejos no Semiárido para o período de 2010-2013.

Ano	Manejo		
	CC	CR	DQP
2010	749,16^{cC}	2317,86^{bA}	4499,72^{aA}
2011	767,04^{cC}	2010,51^{bAB}	3741,63^{aAB}
2012	940,05^{cC}	1586,56^{abAB}	1967,96^{aB}
2013	1027,44^{cC}	1050,36^{aB}	1196,05^{aB}

CC=Caatinga conservada.; CR=Caatinga raleada.; DQP= Caatinga submetida ao desmatamento/queima/semeadura da gramínea *Andropogon gayanus.* Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na linha e letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Fonte: Ribeiro Filho *et al*. (2015).

Os autores observaram que a dinâmica da produtividade de fitomassa das espécies herbáceas estabelecidas na área conservada apresentou variação. Enquanto que no manejo de Caatinga raleada houve decréscimo na produtividade de fitomassa, requerendo assim maior período de estudo para melhor compreensão do manejo em períodos de normalidade de precipitação pluviométrica quanto à produtividade de matéria seca e aplicabilidade na região Semiárida. Com relação ao manejo na área DQP, esta foi a que produziu mais fitomassa, porém houve declínio na produtividade, assim como na área de Caatinga raleada, esses resultados foram atribuídos à diminuição da precipitação ocorrida a partir do ano de 2012 e 2013.

Brasil *et al.* (2017) avaliaram o efeito da sazonalidade na produção de serrapilheira em dois manejos no Semiárido tropical em duas microbacias hidrográficas experimentais (Caatinga em regeneração há 38 anos; Caatinga submetida a raleamento a cada 2 anos).

Os dados de produção de serrapilheira nos três anos de avaliação estão apresentados na Tabela 8. Os autores observaram que houve maior produção de serrapilheira na Caatinga em regeneração, provavelmente em função da maior quantidade de indivíduos arbóreos adultos.

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

Tabela 8 - Produção (kg ha^{-1}) anual de serrapilheira em duas áreas de Caatinga.

Ano	Manejo	
	Caatinga Raleada	Caatinga em Regeneração
2011	2851,6	5195,1
2012	2676,3	4201,1
2013	1216,2	2435,3
Média	2248,0	4277,2

Fonte: Brasil *et al.* (2017).

De maneira geral, a produção de serrapilheira no bioma Caatinga apresentou caráter sazonal, com picos de maior produção no início da estação seca, independente do manejo praticado. Segundo os autores, esse resultado está relacionado com a diminuição da água disponível no solo para as plantas, consequente perda das folhas e maiores taxas de deposição de serrapilheira, sendo desta maneira uma medida preventiva contra a elevada perda de água por transpiração.

A adoção de espécies de gramíneas adaptadas ao Semiárido representa fonte de alimento importante para os rebanhos partindo da perspectiva de que embora o pasto nativo seja rico em diversidade de espécies, estas apresentam limitação devido à sua condição efêmera, estando disponível apenas em uma época do ano (Andrade *et al.*, 2010).

Segundo Araújo Filho (2013), o enriquecimento é realizado em áreas no qual o uso indiscriminado da vegetação seja pelo sobrepastejo ou pela produção de lenha, tenha perdido sua diversidade florística e sua produção de forragem tenha sido reduzida. Consiste em realizar de forma mais intensa o raleamento no local deixando 15% do solo coberto por plantas lenhosas e logo após introduzir espécies forrageiras exóticas ou nativas, no intuito de elevar a produção e disponibilidade de MS, melhorando a capacidade de suporte (Pereira Filho *et al.*, 2013).

As espécies exóticas mais utilizadas para o enriquecimento de áreas para o estrato herbáceo são: o Capim Buffel (*Cenchrus ciliaris),* Capim Gramão (*Cynodon dactylus*), Capim Corrente (*Urochloa mosambicensis*) e Capim Andropogon (*Andropogon gayanus*). Para o estrato arbustivo, são utilizadas a Leucena (*Leucaena leucocephala*) e a Gliricídia (*Gliricidia sepium*-Andrade

et al., 2010). O Capim Buffel, Corrente e Andropogon são de origem Africana, e o Capim Gramão de origem indiana. Estas espécies são adaptadas ao Semiárido e apresentam resistência à seca, tolerância a solos pobres e adaptação a regiões de baixa precipitação, sendo de fácil implantação, boa produtividade e elevado valor nutritivo.

Outra gramínea promissora para a Caatinga consiste no Capim Massai (*Megathyrsus maximum* × *Megathyrsus infestum*) que apresenta destaque para o enriquecimento de áreas na Caatinga, sobretudo para diferimento. Foi observado por produtores da região que em áreas implantadas com massai para enriquecimento, os animais consumiram primeiro o pasto nativo e depois a gramínea, o que pode ser indicativo estratégico de deixar o capim como reserva para a época seca (Cavalcante *et al.*, 2012).

Com relação ao uso de leguminosas arbustivas para bancos de proteína, estas destacam-se mundialmente por serem fonte de proteína econômica para a alimentação animal. O banco de proteína pode ser definido como uma área cultivada exclusivamente com leguminosas ou plantadas em faixas em áreas com pastagens nativas ou gramíneas (Andrade *et al.*, 2010). A Leucena (*Leucaena leucocephala*), o Feijão Guandu (*Cajanus cajans*) e a Gliricídia (*Gliricídia sepium),* têm sido importantes espécies utilizadas para bancos de proteína, representando meio sustentável de alimentação dos animais, pois além de serem fonte de proteína e auxiliarem no enriquecimento do solo, podem também ser utilizadas na forma de feno ou silagem. Andrade *et al.* (2015), em estudo com o uso da gliricídia como banco de proteína e consorciada com palma forrageira para alimentação animal em sistemas agropecuários observaram que a gliricídia apresentou notório valor nutricional, fornecimento anual significativo de biomassa, facilidades múltiplas quanto ao manejo e baixo custo de produção.

Outro ponto em questão é o foco no manejo racional da Caatinga, isso tem impulsionado o aumento de pesquisas em definir modelos produtivos e sustentáveis. O sistema Integração Lavoura Pecuária Floresta-ILPF é um exemplo disso, pois faz a incorporação de plantas forrageiras exóticas adaptadas à região na vegetação nativa. Isso garante subsídio para a sustentabilidade desse sistema (Rangel *et al.*, 2016).

Segundo Drummond *et al.* (2004), o sistema Caatinga/Buffel/Leucena-CBL, é um sistema integrado que traz a combinação da mata nativa (Caatinga),

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

da pastagem (Buffel) e da leguminosa (Leucena) em associação com outros recursos forrageiros para a produção de bovinos no semiárido.

Segundo Guimarães Filho e Soares (1992), o CBL é um sistema estratégico em área de Caatinga, onde durante o período chuvoso 1/3 a 2/3 da área total será utilizada. A área de Capim Buffel e banco de proteína com Leucena serão usadas no período seco. Por 3 ou 4 meses a Caatinga será pastejada pelos animais quando a oferta de alimento for elevada, e no período seco, o Buffel será pastejado com suplementação de Leucena. A Leucena pode ser fornecida na forma de feno ou pastejo direto. Pode-se também optar pela divisão da área com as plantas em piquetes e permitir acesso aos animais por 2 horas sob lotação rotativa. Esse planejamento irá depender da dimensão da área com Capim Buffel, do número de animais, dias de suplementação durante o período seco, quantidade de forragem disponível e do teor de PB da gramínea.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Caatinga conservada ou nativa apresenta baixo potencial produtivo, especialmente no estrato herbáceo. Por ser um ecossistema frágil, é importante realizar o manejo sustentável da Caatinga para aumentar a capacidade de suporte das áreas, adotando estratégias de manipulação da vegetação lenhosa, como o raleamento e/ou rebaixamento que resultam no aumento na disponibilidade de forragem. A adoção de gramíneas forrageiras adaptadas, também é uma opção que permite o melhor desempenho animal ao longo de todo o ano, por proporcionar melhorias na composição química da forragem e aumentar a disponibilidades na área da pastagem, diminuindo as variações entre época seca e época chuvosa.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. P. *et al.* Produção animal no Semiárido: o desafio de disponibilizar forragem, em quantidade e com qualidade, na estação seca. **Tecnologia & Ciência Agropecuária,** v.4, n.4, p.01-14, 2010.

ANDRADE, B. M. S.*et al.* Uso da gliricídia (*Gliricidia sepium*) para alimentação animal em Sistemas Agropecuários Sustentáveis. **Scientia Plena**, n.11, v.04, 2015.

ARAÚJO FILHO, J. A. *et al.* **Avaliação de pastagens nativas**. *In*: J.P. PUIGNAN (Ed.). Utilización y manejo de pastizales. Montivideo, IICA, p.61-70, 1994.

ARAÚJO FILHO, J. A. Caatinga: Agroecologia *versus* desertificação. **Ciência Hoje**, v.30, n. 180, p.44-45, 2002.

ARAÚJO FILHO, J. A. *et al.* Fenología y valor nutritivo de follajes de algunas espécies forrajeras de la caatinga. **Agroforestería en las Américas,** v.9, n.33-34, p. 33-37, 2002.

ARAÚJO FILHO, J. A. de. **Manejo pastoril sustentável da Caatinga.** Recife, PE: Projeto Dom Helder Câmara, 200p, 2013. Disponível em: https://hdl.handle.net/11324/4209.

ARAÚJO FILHO, J. A.; CARVALHO, F. C. Desenvolvimento sustentado da Caatinga. Sobral, CE: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -EMBRAPA-CNPC. **Circular Técnica, 13**. 19p., 1997.

BRASIL, J. B. *et al.* Seasonality in production of leaf litter in two management tropical Semiarid. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 02, n. 03, p167-176, 2017.

CAVALCANTE, A. C. R. *et al.* Recomendações para o Uso do Capim-Massai de Forma Diferido no Semiárido Brasileiro. **Comunicado técnico nº31**, 8p, 2012.

CAVALCANTE, A. C. *et al.* **Tecnologias para o uso pastoril sustentável da caatinga**. Difusão de tecnologias apropriadas para o desenvolvimento sustentável do Semiárido brasileiro. Capítulo 6. 21p, 2014.

DRUMMOND, M. A. *et al.* Estratégias para o Uso Sustentável da Biodiversidade da Caatinga- **Estratégias para o Uso Sustentável**, Petrolina, 23p, 2000.

DRUMMOND, M. A. *et al.* Contribuição da Embrapa Semiárido para o desenvolvimento dos sistemas agroflorestais no semiárido brasileiro. **Agrossilvicultura,** v.1, n.2, p.145-153, 2004.

GUIMARÃES FILHO, C.; SOARES, J. G. Sistema CBL para recria e engorda de bovinos no sertão pernambucano. *In*: **Simpósio Nordestino De Alimentação De Ruminantes**, 4. Recife, PE, Anais... Recife, p. 173-191, 1992.

LEITE, E.R. *et al.* Ecossistema Semiárido. **Diálogo XL- Utilizacion y Manejo de Pastizales,** 1987.

LEITE, E. R. *et al.* Forage resources in Nostheast Brazil: their value and management. Hair sheep production in tropical and sub-tropical regions: with reference to Northeast Brazil and the countries of Caribbean, Central America, and South America. Davis Embrapa-CNPC: University of California: **Small Ruminant Collaborative Research, Support Program,** p. 59-78, 1990.

MACIEL, M. V. **Monitoramento nutricional da dieta de pequenos ruminantes utilizando espectroscopia da reflectância do infravermelho próximo (NIRS) no sertão de Pernambuco**. Tese de doutorado, p.47-48, Recife - PE 2016.

OLIVEIRA, E. R. Alternativas de alimentação para a pecuária do semiárido nordestino. *In*:Simpósio Nordestino De Alimentação De Ruminantes, 6, p. 127-147, Natal, **Anais**, 1996.

OLIVEIRA, O. F. *et al.* Características quantitativas e qualitativas de Caatinga raleada sob pastejo de ovinos, Serra Talhada (PE). **Revista Caatinga**, v. 28, n. 03, p. 223-229, 2015.

PEREIRA FILHO, J. M. *et al.* Disponibilidade de fitomassa do estrato herbáceo de uma Caatinga raleada submetida ao pastejo alternado ovino-caprino. **Livestock Research for Rural Development**. v.19, n.2, 2007.

PEREIRA FILHO, J. M.; BAKKE, O. A. Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga: **Produção de forragem de espécies herbáceas da Caatinga**. p.147-159, 2010.

PEREIRA FILHO, J.M. *et al.* Manejo da Caatinga para produção de caprinos e ovinos. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.14, n.1, p.77-90, 2013.

PETTER, A. M. B. **Composição botânica e química da dieta de bovinos, caprinos e ovinos em pastejo associativo na caatinga nativa do semiárido de Pernambuco**. 1992. 70p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) -Escola de Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1992.

RANGEL, J. H. A. *et al.* Crop livestock forestry integrated systems for the Brazilian Northeast. **Ciência veterinária trópica.,** v. 19, n.3, 2016.

RIBEIRO FILHO, J. C. *et al.* Produtividade de fitomassa herbácea em diferentes manejos no semiárido cearense. **Revista Agroambiente on-Line**, v. 9, n. 4, p. 386-396, 2015.

SANTOS, M. V. F. *et al.* Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.204-215, 2010. (Supl. especial).

SILVA, D. S. *et al.* Bromatologic composition of the herbaceous species of the northeastern Brazil Caatinga. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.756-764, 2011.

SILVA, D. L. S. *et al.* Chemical composition of caatinga potential forages species. **Tropical and Subtropical Agroecosystems,** n.18, p.267 -272, 2015.

SILVA, M. D. A. *et al.* Evaluation of the chemical composition of woody forage silages of the Brazilian semiarid. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.1, p.571-578, 2015.

SOUZA, C. *et al.* Disponibilidade e valor nutritivo da vegetação de caatinga no semiárido Norte-Riograndense do Brasil. **Holos,** v.29, n.3, 2013.

02

COMPORTAMENTO INGESTIVO E BEM-ESTAR DE OVINOS EM PASTAGEM TROPICAL

João Paulo Matos Pessoa
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Leane Veras da Silva
Instituto Federal do Maranhão (IFMA)

Marcos Lenyn Rodrigues dos Santos
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Shirlenne Ferreira Silva
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Regina Maria Fontenele Magalhães
Universidade Estadual do Piauí (UESPI)

Angelina Milka Veras da Costa
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Dejânia Rodrigues da Silva
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Maria Vitoria de Paiva Oliveira
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Samila Barbosa Lisboa
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Brenda Barbosa de Souza
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

doi 10.37885/250719744

RESUMO

Objetiva-se com esse estudo elucidar alguns questionamentos acerca do comportamento ingestivo e bem-estar de ovinos em pastagem tropical. Comportamento ingestivo refere-se ao processo de ingestão de alimento pelo animal em pastejo em um período de vinte e quatro horas, resultando no consumo diário. O animal consegue expressar adequadamente seu comportamento se estiver numa condição de bem-estar. Classicamente, bem-estar consiste no estado do animal em relação às suas tentativas de adaptar-se ao ambiente que o cerca. Na pastagem tropical o ovino está sob estresse pelo calor, havendo elevação na temperatura retal até certo limite, cerca de 39,1° C. A partir desse ponto, persistindo a condição de estresse, o ovino eleva demasiadamente a frequência respiratória de 30 para até 80 movimentos por minuto, assim consegue dissipar maior quantidade de calor via evaporação respiratória. Frequências respiratórias acima de 40 movimentos por minutos indicam que o animal não está em situação de bem-estar. Outra forma de amenizar o estresse pelo calor consiste em elevar a ingestão de água fria e, consequentemente, dobrar o número de micções, perdendo calor via urina. Já o aumento no tempo de ócio, que atualmente é considerado como uma forma de bem-estar carece de mais estudos, pois há evidências que nos horários mais quentes do dia, o ócio é indicativo de bem-estar pobre, especialmente se o animal estiver em pé. Contudo, atividade pontual como elevação na frequência de defecação pode ser entendida como indicativo de bem-estar, pois é associado ao aumento no consumo e produção animal em pastejo.

Palavras-chave: Defecação; micção; ócio em pé; ócio deitado; pastejo; ruminação.

INTRODUÇÃO

A Etologia (do grego "ethos" = hábito, costume ou comportamento; "logos" = estudo) consiste na ciência cuja finalidade é desvendar as leis que regem as manifestações vitais dos animais, bem como analisar as causas dessas manifestações, seja em condições naturais ou artificiais (Müller, 1989). Dentre as ramificações da etologia, destaca-se o comportamento animal, o qual pode ser definido como procedimento do animal face a estímulos social, sentimentais, necessidades íntimas ou combinação de estímulos. Nesse sentido, há várias formas de manifestação comportamental, sendo mais importante o estudo sobre o comportamento social, comportamento reprodutivo e comportamento ingestivo (Paranhos da Costa e Cromberg, 1997).

O comportamento ingestivo é importante para a produção animal em pastagem tropical, pois, refere-se ao processo de ingestão de alimento pelo animal em pastejo no período de vinte e quatro horas, configurando assim, o consumo diário (Bailey, 2005). Durante seu processo de alimentação, os ruminantes podem ingerir uma comunidade de plantas forrageiras, ou apenas uma espécie vegetal. Também pode consumir partes da planta, preferencialmente as folhas no mesmo instante ou em tempo distintos, pois a estrutura e composição química e morfológica das espécies vegetais são modificadas ao longo do tempo (Gibb, 1998), nesse processo de ingestão de forragem tropical é fundamental o conhecimento sobre os principais componentes do pastejo: bocado, taxa de bocado, tamanho do bocado.

Para que o animal consiga expressar adequadamente seu comportamento é necessário estar em uma condição de bem-estar animal. Classicamente, bem-estar consiste no estado do animal em relação às suas tentativas de adaptar-se ao ambiente que o cerca (Broom, 1986). Contudo, atualmente, bem-estar animal vem sofrendo modificações, pois para alguns, há uma demanda para que o sistema de produção animal em pastagem seja defensável eticamente e aceitável socialmente (Broom e Molento, 2004).

Para outros, bem-estar consiste no reconhecimento das cinco liberdades na cadeia produtiva ou no sistema de produção, a saber: liberdade fisiológica (ausência de fome e sede); liberdade ambiental (edificações adaptadas para proporcionar ambiente favorável ao animal); liberdade sanitária (ausência de

doenças e fraturas, adoção de calendário de vacinação e presença de ambiente limpo, sem gases tóxicos); liberdade comportamental (possibilidade de exprimir comportamentos normais semelhantes ao habitat natural); liberdade psicológica (ausência de medo, ansiedade e angústia), (Fawc, 1993).

Nesse contexto, objetiva-se elucidar alguns questionamentos acerca do comportamento ingestivo e bem-estar de ovinos em pastagem tropical.

BEM-ESTAR

O bem-estar pode ser medido por métodos científicos e deve ser independente de quaisquer considerações éticas, culturais ou religiosas. São usados vários indicadores para aferir o bem-estar de um animal, os mais utilizados em pastagem são as respostas fisiológicas, respostas comportamentais e condição sanitária. Contudo, as medidas fisiológicas associadas ao comportamento ingestivo surgem como medidas relevantes, pois estão diretamente relacionadas com a produção animal.

Medidas de bem-estar e zona de conforto em pastejo

As principais variáveis fisiológicas utilizadas para mensurar bem-estar em ovinos consistem na mensuração da temperatura corporal; temperatura retal; frequência respiratória; frequência cardíaca e ingestão de água (Müller, 1989). As variáveis acerca do comportamento ingestivo que podem ser utilizadas para mensurar bem-estar em pastagem são frequência de micção, frequência de defecação, frequência de ingestão de água, outras variáveis como o tempo e período de ócio e ruminação podem ser consideradas (Lima *et al.*, 2014).

No ecossistema pastagem há dois contextos em que pode haver problemas de bem-estar: (1) quando o animal não consegue manter a homeostase e (2) quando ele consegue mantê-la às custas de muito esforço (Paranhos da Costa e Cromberg, 1997). Os ovinos são animais homeotérmicos, pois mantêm a temperatura retal relativamente constante, variando de 38 a 40° C para um ovino adulto, apresentando zona de conforto térmico característica para cada categoria animal, conforme observado na Tabela 1.

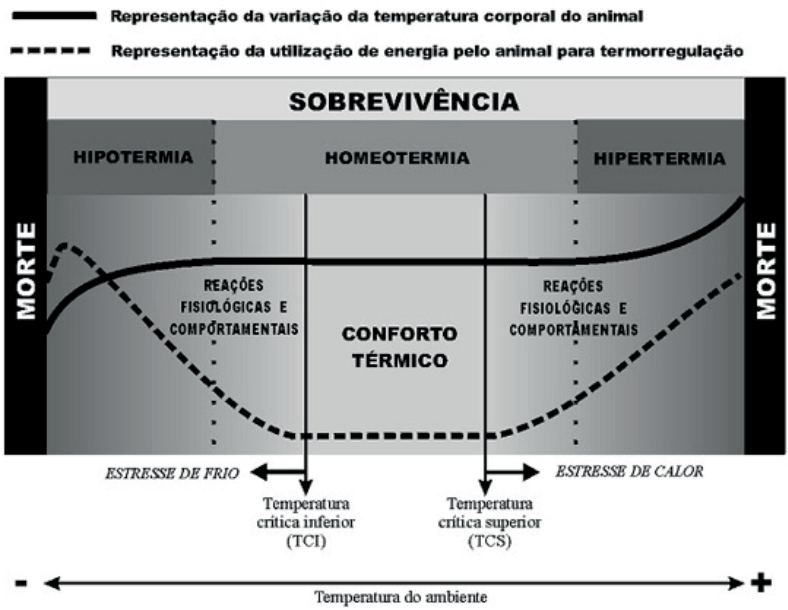
Tabela 1 - Zona de conforto térmico em ovinos.

Categoria animal	Zona de conforto (C°)	Fonte
Ovinos lanados	4 – 25	(Baêta e Souza, 1997)
Ovinos deslanados	20 – 30	(Nããs, 1989)
Borregas (Santa Inês)	10 – 25	(Eustáquio Filho *et al*., 2011)

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Ovinos apresentam uma zona de conforto térmico (ZCT), onde o animal fica em condição de termoneutralidade e bem-estar com máxima produção. Abaixo ou acima da ZCT há a zona crítica inferior (ZCI) e zona crítica superior (ZCS), respectivamente. O ovino em ZCI gasta energia para elevar a temperatura corporal, reduzindo sua produção e fora da condição de bem-estar. Quando o ovino está na ZCS gasta energia para ajustar seus mecanismos de perda de calor, reduzindo sua produção e ficando fora da condição de bem-estar. Agravando-se a condição de ZCI o ovino não consegue produzir calor na mesma magnitude em que perde, ficando em situação de hipotermia. Agravando-se a condição de ZCS o ovino é incapaz de impedir a elevação de sua temperatura corporal, ficando em situação de hipertermia (Silva, 2000). Tanto a hipotermia como hipertermia prolongadas levam o animal à morte (Figura 1).

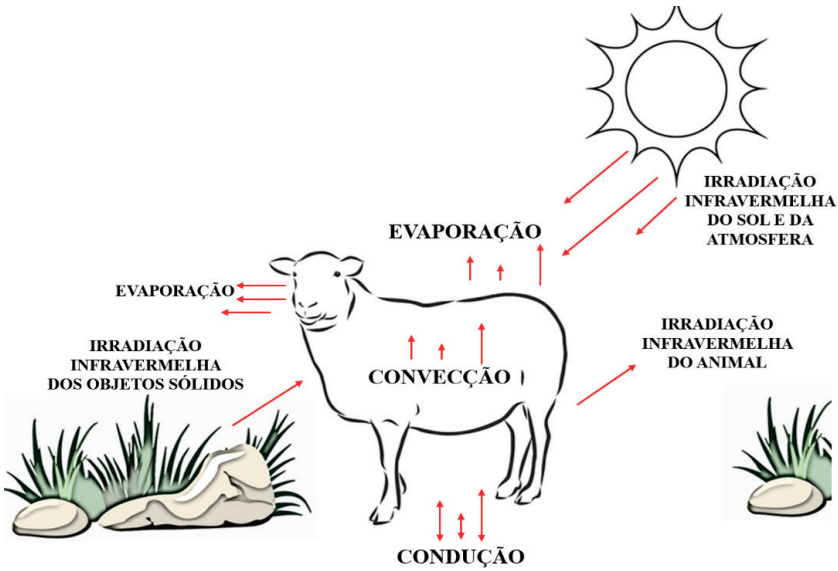
Figura 1 - Mecanismos de termorregulação em ovinos.



Fonte: Silva (2000).

Para manter a homeotermia, o ovino realiza trocas de energia térmicas para o ambiente no ecossistema pastagem, sendo na forma de calor sensível: condução, convecção e radiação; e calor latente: evaporação cutânea e respiratória (Figura 2). O fluxo de energia na forma de calor sensível ocorre através do gradiente de temperatura entre o animal e o meio, da velocidade do vento e da umidade relativa do ar. Já a perda de calor latente (evaporação) depende da porcentagem de umidade relativa do ar (Takahashi *et al.*, 2009).

Figura 2 - Mecanismos de troca de calor do ovino com o ambiente.



Fonte: Adaptado de Takahashi *et al*. (2009).

Radiação é a transferência de energia térmica de um corpo a outro através de ondas eletromagnéticas. Condução é uma forma de transferência de energia térmica entre corpos, por meio de energia cinética. Esse fluxo passa das moléculas de alta energia (maior temperatura) para aquelas de baixa energia (menor temperatura). O animal ganha ou perde calor por condução através de contato direto com superfícies frias ou quentes, como o solo úmido e frio da pastagem após a irrigação.

Convecção é a transferência de calor através de uma corrente de fluído (líquido ou gasoso) que absorve energia térmica em um local e a desloca para outro local (Takahashi *et al.*, 2009). O vento que circula na pastagem favorece as trocas de calor entre o ovino e o ambiente, influenciando seu comportamento (Oliveira *et al.*, 2005). Evaporação é a troca de calor através da mudança do estado da água de líquido para gasoso, sendo este processo carreador de calor para fora do corpo animal. A perda de água por evaporação depende da umidade relativa do ar, quanto maior a umidade, menor a capacidade de perda de calor. A principal forma de perda de calor em ovinos é via respiratória (Starling *et al.*, 2002).

Quando o ovino está sob estresse pelo calor ocorre elevação na temperatura retal até certo limite, cerca de 39,1° C. A partir desse ponto, persistindo a condição de estresse, o ovino eleva demasiadamente a frequência respiratória de 30 para até 80 movimentos por minuto, assim consegue dissipar maior quantidade de calor via evaporação respiratória. Frequências respiratórias acima de 40 movimentos por minutos indicam que o animal não está em situação de bem-estar. Outra forma de amenizar o estresse pelo calor consiste em elevar a ingestão de água fria e, consequentemente, dobrar o número de micções, perdendo calor via urina (Müller, 1989).

Fatores que determinam o processo de pastejo em ovinos

A heterogeneidade espacial, a composição morfológica e a estrutura da pastagem incrementam a complexidade dos processos de ingestão de alimentos pelo animal em pastejo (Bailey, 2005). Consequentemente, o processo de pastejo, que caracteriza a forma de alimentação dos animais apascentados na pastagem, é de natureza totalmente dinâmica (Laca e Ortega, 1995). O conhecimento sobre os componentes ou as unidades de pastejo são fundamentais para a compreensão do processo de ingestão de alimento (Quadro 1).

Quadro 1 - Fatores e mecanismos envolvidos no processo de pastejo por ovinos.

Escala espacial	Escala temporal	Definição comportamental	Motivação para movimentação	Critérios de seleção envolvidos	Mecanismos envolvidos
Região de pastejo	1 mês a 2 anos	Dispersão ou migração	Social, reprodução, fenologia, competição, água termorregulação	Disponibilidade de água, abundância de forragem, fenologia, termorregulação, competição	Transumância, migração, dispersão
Campo de pastejo	1 a 4 semanas	Áreas centrais próximas onde os animais bebem água e descansam entre as refeições	Fenologia, água, cobertura, depleção da forragem e rebrota	Disponibilidade de água, abundância de forragem, fenologia, termorregulação, competição, cobertura	Transumância, migração, frequência de seleção (memória espacial)
Sítio de pastejo	1 a 4 horas	"refeições"	Depleção da forragem, taxas de consumo e digestão	Topografia, qualidade e abundância de forragem, distância da água, fenologia, predação	Frequência de seleção (memória espacial) e regras práticas
Patch	1 a 30 minutos	Reorientação do animal (quebra de sequência) ou agregação espacial de bocados	Depleção da forragem, consumo, composição botânica, estímulo visual e olfatório, interações sociais	abundância de forragem, espécies de plantas, interações sociais e topografia	Trânsito de forragem, consumo, TFO, seleção (memória espacial)
Estação alimentar	5 a 100 segundos	Posição das patas dianteiras	Depleção da forragem, seleção de dietas, abundância de forragem, bocado	Abundância e qualidade da forragem, espécies de plantas e interações sociais	Frequência de retorno, consumo e trânsito da forragem
Bocado	1 a 2 segundos	Movimentos mandibulares de língua e de pescoço	Depleção da forragem, seleção de dietas, estímulos do olfato, paladar e tato	Concentração de nutrientes e toxinas, tamanho da planta	Consumo, seleção de dietas, efeitos pós-ingestivos

Fonte: Adaptado de Laca e Ortega (1995); Bailey *et al*. (1996); Carvalho (1997).

O menor componente do pastejo é o bocado, que consiste no ato de apreender o alimento em um determinado período de tempo em um determinado local. Ovinos apreendem com os lábios, caprinos assim também o fazem,

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

contudo apresentam maior mobilidade labial. Bovinos apreendem com a língua. Nesse contexto, caprinos apresentam maior habilidade para selecionar o alimento na pastagem, seguido de ovinos, e posteriormente, bovinos (Gibb, 1998). A estação alimentar é um semicírculo imaginário e disponível ao alcance do animal sem que haja necessidade de locomoção dos membros anteriores (Ruyle e Dwyer, 1985).

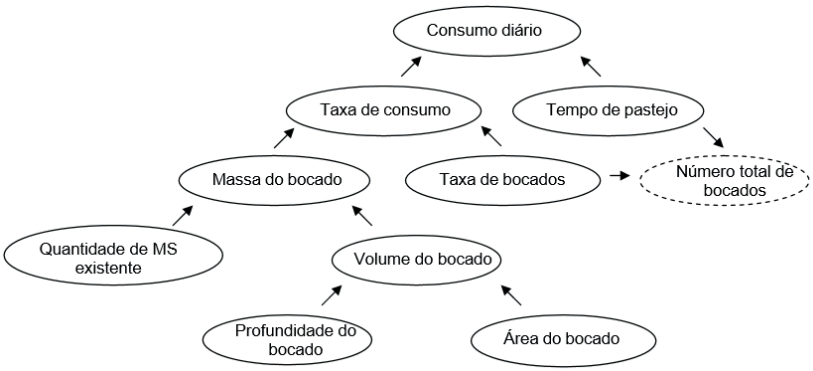
Um *patch* é um agregado de estações alimentares, recentemente um *patch* tem sido definido como uma área onde observa-se uma agregação espacial de bocados que se caracterizam por uma taxa de consumo instantânea constante (Illius e Gordon, 1999). Um sítio de pastejo representa um agregado de *patches* em uma área contígua onde os animais pastejariam durante uma refeição.

Uma refeição refere-se à interrupção do pastejo para atividade de descanso, ócio ou ruminação. Um campo de pastejo é um agregado de diferentes sítios de pastejo, de uma maneira mais simples, consiste no piquete apresentando água, sombra, sal ou suplemento. Os piquetes delimitados por cercas constituem um campo de pastejo. Quando o método de pastejo adotado é a lotação contínua, a região de pastejo se constitui em um único campo de pastejo (Bailey *et al.*, 1996).

Componentes do comportamento ingestivo em pastejo

Os principais componentes do consumo diário são o tempo de pastejo, taxa de bocados, massa do bocado (Figura 3).

Figura 3 - Componentes do comportamento ingestivo de um animal em pastejo.



Fonte: Laca e Ortega (1995); Cangiano (1999).

Laca e Ortega (1995) consideram o bocado como a unidade básica do pastejo. Na medida em que o consumo (Figura 3) se constitui em um somatório de cada ação de captura de forragem pelo bocado, a maximização do consumo está diretamente relacionada à magnitude da produção animal. Isso passa necessariamente pela maximização de cada bocado desferido em pastejo. O desconhecimento sobre o manejo de pastagem tropical neste nível de resolução tem acarretado equívocos de manejo e de concepção de eficiência no uso do pasto (Carvalho *et al.*, 2001).

O Processo de ingestão de forragem

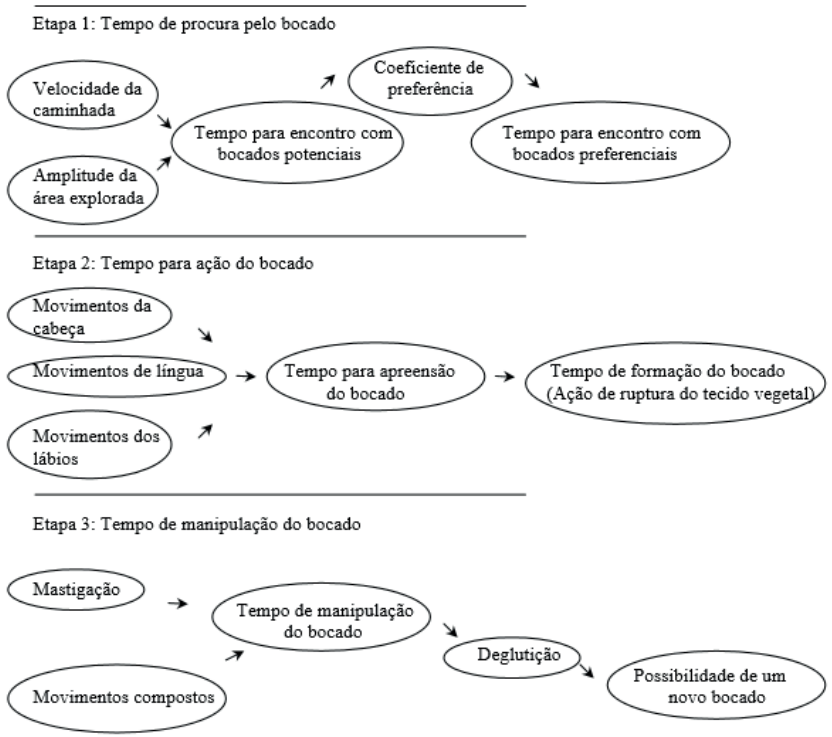
Para se compreender o processo de ingestão de forragem é importante saber acerca da velocidade de ingestão que é o processo de pastejo em função do tempo e submetido às adversidades do ambiente, como temperatura elevada, radiação solar intensa, ocorrência de chuvas e ventanias (Carvalho, 1997). Essas diferentes atividades e requerimentos dos animais seriam competidores entre si. Portanto, todo e qualquer procedimento de manejo que torne o processo de aquisição de forragem mais rápido é de extrema importância. Também a profundidade do bocado está relacionada com a estrutura do dossel forrageiro e pode facilitar ou dificultar a ingestão de forragem pelo ruminante.

A ingestão de forragem é dependente do tempo. Quanto menos tempo for gasto para que ocorra esse processo, menores serão as perdas, menor será o caminhamento e a seletividade pelo animal em pastejo (Figura 4). Onde na primeira etapa, a velocidade de caminhada proporciona maior área a ser explorada para o pastejo, com isso o coeficiente de seletividade é mais elevado, resultando em maior ingestão de forragem.

Quando a massa de forragem vai diminuindo, o tempo de procura de bocados aumenta e o coeficiente de seletividade é reduzido. O segundo momento está relacionado à força e aos movimentos que as partes do animal (cabeça, lábios, dentes, língua) exercem sobre a planta, ou parte desta para desprendê-la. A terceira etapa está relacionada ao poder de mastigação e de redução de partícula pelo animal e de deglutição do alimento no menor tempo possível pelo animal.

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

Figura 4 - Representação do processo de pastejo por ovinos em função do tempo e do bocado.



Fonte: Carvalho *et al*. (2001).

Pastejo, ócio e ruminação de ovinos em pastagem tropical

O tempo de pastejo dos animais mantidos exclusivamente em pastejo geralmente é cerca de oito horas no intervalo de um dia (24 horas). O aumento do tempo de pastejo é uma estratégia comportamental dos animais para compensar uma redução no consumo de pasto (Barbosa *et al.*, 2003). O aumento no tempo de pastejo também implica elevação no tempo de ruminação (Almeida *et al.*, 2011).

O tempo de ruminação é influenciado pela natureza da dieta e parece ser proporcional ao teor de parede celular dos volumosos, no entanto, o teor de FDN dos pastos pode variar bastante entre as estratégias de alimentação (Tabela 2), o que provavelmente explica a semelhança no tempo de ruminação (Lima *et al.*, 2014). O tempo de ócio varia conforme ocorre elevação no fornecimento de

concentrado, pois a ingestão é mais rápida, sobrando mais tempo para outras atividades e ócio (Roman *et al.*, 2007).

Tabela 2 - Consumo de matéria seca (CMS, em % do peso corporal (PC)) e comportamento ingestivo de ovinos em diferentes pastagens tropicais.

------- Tempo (horas por dia) -----			Taxa de bocados (bocados/min)	CMS	Referência
Pastejo	**Ruminação**	**Ócio**			
Ovinos adultos em pastagem de milheto					
8,20	7,77	8,14	41	2,18	(Jochims *et al.*, 2010)
Pastagem de milheto com ovinos suplementados com Glúten de milho (1,0% do PC)					
6,70	7,35	8,79	36	3,03	(Jochims *et al.*, 2010)
Borregas em pastagem de azevém anual com 1.136 kg/ha de massa de forragem					
6,58	1,3	1,6	53	5,60	(Roman *et al.*, 2007)
Borregas em pastagem de azevém anual com 1.739 kg/ha de massa de forragem					
7,50	1,43	0,57	48	2,70	(Roman *et al.*, 2007)
Ovinos machos em pastagem de capim-tanzânia sob lotação rotativa					
9,9	7,6	5,6	28	-	(Pompeu *et al.*, 2009)
Ovinos machos suplementados (1,2%PC) em lotação rotativa com capim-tanzânia					
7,4	7,1	7,6	34	-	(Pompeu *et al.*, 2009)
Matrizes ovinas da raça Corriedale em pastagem de azevém em estádio vegetativo					
9,61	-	-	53	4,48	(Pedroso *et al.*, 2004)

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A taxa de bocados dos animais consiste na variável mais influenciada pela estrutura da pastagem, como altura, massa de forragem, densidade volumétrica e suplementação alimentar com concentrado energético ou proteico. Em situação de pastejo, a apreensão de pasto pode ser facilitada quando a massa de forragem não é limitante, visto que a apreensão e ingestão do bocado é influenciado pela resistência à ruptura do material, de forma que a massa do bocado pode estar limitada pela força máxima que o animal é capaz de exercer para destacar (desprender) parte da planta (Barbosa *et al.*, 2003; Almeida *et al.*, 2011). Quando a planta apresenta maiores alturas a apreensão do alimento torna-se mais complexa, reduzindo a taxa de bocados (Pedroso *et al.*, 2004).

Bem-estar e a relação ruminação *versus* ócio

A ruminação durante o dia está diretamente correlacionada ao bem-estar animal. Fêmeas apresentam menor tempo de ócio que machos e menores tempos de ruminação durante o dia (Tabela 4). A elevação no tempo de ócio indica bem-estar (Pompeu *et al.*, 2009). Por outro lado, há discordância acerca do período em que o ócio se manifesta, durante a noite pode ser considerado como situação de bem-estar, mas ócio durante as horas mais quentes do dia (meio dia ao sol em pastagem no nordeste brasileiro) pode ser entendido como uma situação de estresse pelo calor, especialmente se houver decréscimo na ruminação e elevação na frequência respiratória (como sugere a Tabela 3).

Nesse sentido, o animal deixa de ruminar para elevar a frequência respiratória, ficando em ócio. A atividade de ruminação pode ocorrer com o animal em pé ou deitado, sendo que esta última posição demonstra uma condição de conforto e bem-estar animal (Raslan, 2008; Lima *et al.*, 2014).

Tabela 3 - Características do comportamento ingestivo, frequência cardíaca (FC) e frequência respiratória (FR) de ovinos em pastejo ao sol.

	Patejo (min)	Ruminação (min)	Ócio (min)	FC Bat/min)	FR Mov/min)
Macho	-	124	221	87	58
Fêmea	-	75	180	91	64

Fonte: Raslan (2008).

Com relação à frequência de ruminação dos animais ao sol, houve uma faixa horária entre 08:05 e 14:00 horas em que 20% dos animais ruminam, contudo, para a frequência de ruminação dos animais na sombra concentra-se na faixa horária de 10:05 – 12:00, onde 38% estavam ruminando. A ruminação depende muito da temperatura ambiente, se o animal estiver sob estresse térmico, esta atividade é interrompida (Tabela 4).

Tabela 4 - Atividades de Pastejo, Ruminação e Ócio em ovinos sem padrão racial definido em pastejo.

	P1			THI 73		
	BGHI 78 Tratamento Sol			BGHI 76 Tratamento Sombra		
	Ócio	Ruminação	Pastejo	Ócio	Ruminação	Pastejo
06:00-08:00	29	19	52	49	25	26
08:05-10:00	19	20	62	32	26	42
10:05-12:00	21	20	59	28	38	34
12:05-14:00	20	20	59	19	8	72
14:05-16:00	31	10	59	43	5	52
16:05-18:15	47	14	40	42	5	53
	P2			THI 76		
	BGHI 79 Tratamento Sol (%)			BGHI 77 Tratamento Sombra (%)		
	Ócio	Ruminação	Pastejo	Ócio	Ruminação	Pastejo
06:00-08:00	9	11	80	17	13	70
08:05-10:00	7	30	63	18	26	56
10:05-12:00	12	13	75	28	19	53
12:05-14:00	27	24	49	22	18	60
14:05-16:00	36	3	61	19	1	80
16:05-18:15	45	9	46	27	1	66

P1: Período de julho a dezembro; P2: período de dezembro a fevereiro; BGHI: (Índice de temperatura de globo e umidade); THI (Índice de temperatura e umidade).

Fonte: Adaptado de Raslan (2008).

O ovino em pastejo e em condição estressante deixa de ruminar e fica em ócio, isso é uma medida de ajuste fisiológico, pois o animal vai elevar a frequência respiratória para níveis superiores a 45 movimentos por minuto (Tabela 4) e não consegue, ao mesmo tempo, ruminar e respirar, nesta magnitude. Por outro lado, o aumento no tempo de ócio é visto como ganho em bem-estar animal, pois sobra mais tempo para o animal descansar de suas atividades. Contudo, faltam estudos para confirmar que no período do dia (meio dia) o ócio é tido como indicativo de estresse e no período noturno, o ócio é indicativo de bem-estar.

Bem-estar e a relação pastejo *versus* ócio

Normalmente, nos períodos mais quentes do dia verifica-se, na pastagem, que os ovinos deixam de pastejar e buscam a sombra, passando a realizar

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

atividade de ruminação ou ócio. Contudo, podem ficar indiferentes a essas duas condições, realizando o pastejo mesmo em horários mais quentes, para isso elevam a frequência de ingestão de água. A ingestão de pasto e água pode ser uma estratégia para amenizar o estresse pelo calor (reduzir a temperatura corporal), pois o pasto e a água apresentam temperaturas inferiores à temperatura do animal. Além disso, ovinos podem elevar a frequência respiratória em sinergia com o pastejo, mas não conseguem ruminar e elevar a frequência respiratória ao mesmo tempo (Raslan, 2008).

A frequência de pastejo dos animais ao sol normalmente é homogênea, mas a maior frequência, 61%, ocorre na faixa horária 08:05 – 10:00 horas. O pastejo dos animais na sombra concentra-se principalmente na faixa horária 12:05 – 14:00 horas, onde 72% dos animais permanecem pastejando (Lima *et al.*, 2014). Os animais à sombra dispendem maior tempo de pastejo no turno da tarde, mostrando a eficiência do sombreamento em fornecer um ambiente mais confortável aos animais.

Bem-estar e a relação com as atividades pontuais em ovinos

O bem-estar de ovinos pode ser percebido com base na avaliação das atividades pontuais como a frequência de micção, frequência de defecação e frequência de ingestão de água, estas também podem ser variáveis auxiliadoras na identificação do bem-estar animal no ecossistema pastagem (Lima *et al.*, 2014).

Regularidade na frequência de ingestão de água e frequência de micções ao longo do dia sugere situação de conforto e bem-estar dos ovinos na pastagem (Pompeu *et al.*, 2009). Contudo, a elevação na frequência de ingestão de água indica que o animal está em situação de estresse pelo calor, a ingestão de água mais fria consiste em estratégia para amenizar a temperatura do corpo do animal (Tabela 5). Consequentemente, maior frequência de ingestão de água resultará em maior frequência de micção. A urina apresenta a mesma temperatura que o animal. Assim, ao urinar várias vezes, o animal perde elevada quantidade de calor (Pompeu *et al.*, 2009).

Tabela 5 - Frequências de defecação, frequências de ingestão de água e micções em ovinos sem padrão racial definido em pastejo.

	Período 1			THI 73		
	BGHI 78 Tratamento Sol (%)			BGHI 76 Tratamento Sombra (%)		
	Fezes	Urina	Água	Fezes	Urina	Água
06:00-08:00	10	18	26	15	14	33
08:01-10:00	6	3	21	24	17	21
10:01-12:00	18	7	9	15	10	12
12:01-14:00	21	3	11	21	24	12
14:01-16:00	26	30	26	17	13	5
16:01-18:00	20	39	8	8	22	17
	Período 2			THI 76		
	BGHI 79 Tratamento Sol (%)			BGHI 77 Tratamento Sombra (%)		
	Fezes	Urina	Água	Fezes	Urina	Água
06:00-08:00	10	21	18	15	22	17
08:01-10:00	16	13	13	21	20	13
10:01-12:00	17	8	31	22	18	18
12:01-14:00	10	8	8	16	12	18
14:01-16:00	25	24	10	17	8	22
16:01-18:00	21	25	21	9	20	12

P1: Período de julho a dezembro; P2: período de dezembro a fevereiro; BGHI: (Índice de temperatura de globo e umidade); THI (Índice de temperatura e umidade).

Fonte: Adaptado de Raslan (2008).

Por outro lado, em um ovino sadio, a elevação na frequência de defecações é percebida como indicativo de maior consumo de forragem e, consequentemente, maior ganho de peso em relação aos animais com menor frequência de defecações (Pompeu *et al.*, 2009; Lima *et al.*, 2014).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ovinos são homeotérmicos e em condições adversas de estresse pelo calor, fisiologicamente, apresentam a elevação da temperatura retal e frequência respiratória, sendo esta última a principal forma de perda de calor. No tocante ao comportamento ingestivo em pastagem tropical, o aumento no tempo de

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

ócio, que atualmente é considerado como uma forma de bem-estar carece de mais estudos, pois há evidências que nos horários mais quentes do dia, o ócio é indicativo de bem-estar pobre, especialmente se o animal estiver em pé. Contudo, realizar mensurações das atividades pontuais (frequência de defecações; frequência de micções; frequência de ingestão de água), são importantes para averiguar se há condições de bem-estar, especialmente a frequência de ingestões de água e micções. Por outro lado, elevação na frequência de defecações pode ser entendida como aumento no consumo e consequente produção animal em pastejo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P.J.P. *et al.* Fontes energéticas suplementares para ovinos Santa Inês em pastagens de capim urocloa na época seca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.1, p.140-154, 2011.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal.** Viçosa: UFV, 1997. 246 p.

BAILEY, D.W. *et al.* Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. **Journal of Range Management**, v. 49, p.386-400, 1996.

BAILEY, D.W. Identification and creation of optimum habitat conditions for livestock. **Rangeland Ecology and Management**, v.58, p.109-118. 2005.

BARBOSA, C.M.P. *et al.* Consumo voluntário e ganho de peso de borregas das raças santa inês, suffolk e ile de France, em pastejo rotacionado sobre Panicum maximum jacq. cvs aruana ou tanzânia. **Boletim de Indústria Animal**, v.60, n.1, p.55-62, 2003.

BROOM, D.M. Indicators of poor welfare. **British Veterinary Jornal**, v. 142, p. 524-526, 1986.

BROOM, D.M.; MOLENTO, C.F.M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas. **Archives of Veterinary Science**, v. 9, n. 2, p. 1-11, 2004.

CANGIANO, C.A**. Conpast 3.0, programa de computación para la estimación del consumo de bovinos em pastoreo**. 1999, 228 p.

CARVALHO, P.C.F. *et al.* Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. *In*: **Anais da XXXVIII Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia.** Piracicaba, 2001, v. 1, p. 853-871.

CARVALHO, P.C.F. A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo. *In*: JOBIM, C.C., SANTOS, G.T., CECATO, U. (Eds.). **Simpósio sobre Avaliação de Pastagens com Animais,** 1, Maringá-PR. 1997. p. 25-52.

EUSTÁQUIO FILHO, A. *et al.* Zona de conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.8, p.1807-1814, 2011.

FAWC. **Second Reporto n priorities for Research and Development in Farm Animal Wwelfare, Concil.** MAFF Tolworth U.K., 1993.

GIBB, M. **Animal grazing/intake terminology and definitions**. *In*: Pasture ecology and animal intake, 3, 1996, Dublin. Proceedings... 1998, p.21-37.

ILLIUS, A.W.; GORDON, I.J. **The physiological ecology of mammalian herbivory**. *In*: Jung, H.J.G., Fahey Jr., G.C. (Eds.). Nutritional Ecology of Herbivores. International Symposium on the nutrition of herbivores, 5, San Antonio, USA. Proceedings ...1999. p.71-96.

JOCHIMS, F. *et al.* Comportamento ingestivo e consumo de forragem por cordeiras em pastagem de milheto recebendo ou não suplemento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.572-581, 2010.

LACA, E.A.; ORTEGA, I.M. Integrating foraging mechanisms across spatial and temporal scales. *In*: **International rangeland congress,** 5, 1995, Salt Lake City. Proceedings... p.129-132.

LIMA, C.B. *et al.* Comportamento ingestivo e respostas fisiológicas de ovinos em pastejo no semiárido. **Journal Anim Behav Biometeorol**, v.2, n.1, p.26-34, 2014.

MÜLLER, P.B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos.** 3ª Edição. Porto Alegre: Sulina, 1989. 262p.

NÃÃS, I.A. **Princípios do conforto térmico na produção animal.** São Paulo, Ícone Editora, 1989. 183 p.

OLIVEIRA, F.M.M. *et al.* Parâmetros de conforto térmico e fisiológico de ovinos Santa Inês, sob diferentes sistemas de acondicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.631-635, 2005.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R. E CROMBERG, V.U. (1997). Alguns aspectos a serem considerados para melhorar o bem-estar de animais em sistema de pastejo rotacionado. *In*: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C. E FARIA, V.C. **Fundamentos do Pastejo Rotacionado.** FEALQ: Piracicaba, p. 273-296.

PEDROSO, C.E.S.; MEDEIROS, R.B.; SILVA, M.A.; JORNADA, J.B.J.; SAIBRO, J.C.; TEIXEIRA, J.R.F. Comportamento de Ovinos em Gestação e Lactação sob Pastejo em Diferentes Estádios Fenológicos de Azevém Anual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1340-1344, 2004.

POMPEU, R.C.F.F. *et al.* Comportamento de ovinos em capim-tanzânia sob lotação rotativa com quatro níveis de suplementação concentrada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.374-383, 2009.

RASLAN, S. S. A. **Aspectos comportamentais e fisiológicos de ovino SRD sob pastejo com e sem sombreamento.** 2008. 98p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.

ROMAN, J. *et al.* Comportamento ingestivo e desempenho de ovinos em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) com diferentes massas de forragem. **Revista brasileira de zootecnia**, v.36, n.4, p.780-788, 2007.

RUYLE, G.B., DWYER, D.D. Feeding stations of sheep as an indicator of diminished forage supply. **Journal of Animal Science**, v.61, p.349-353, 1985.

SILVA, R.G. **Introdução à bioclimatologia animal.** 1ª Edição. São Paulo: Nobel, 2000. 290 p.

STARLING, J.M.C. *et al.* Análise de Algumas Variáveis Fisiológicas para Avaliação do Grau de Adaptação de Ovinos Submetidos ao Estresse por Calor. **Revista Brasileira de zootecnia**, v.31, n.5, p.2070-2077, 2002.

TAKAHASHI, L.S., BILLER, J.D., TAKAHASHI, K.M. **Bioclimatologia Zootécnica.** 1ª Edição. Jaboticabal: Unesp, 2009. 91 p.

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

03

IMPACTO DA INGESTÃO DE SILAGEM NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

Shirlenne Ferreira Silva
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Maysa Callado Moura
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Clara Beatriz Marques da Silva Xavier
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Samila Barbosa Lisboa
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Francinaldo Nunes Pessoa Filho
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Andreza Maria Ribeiro da Cruz
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Luan Felipe Reis Camboim
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Maria Beatriz Lima Fontana
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Vanessa Karyne Atenas dos Santos
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Jennifer Cristine Araújo Rodriguês
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

10.37885/250719768

RESUMO

A variação sazonal e a escassez de forragens ao longo do ano influenciam negativamente na quantidade e qualidade da produção de forragem. Diante desse cenário, algumas estratégias de conservação de plantas forrageiras têm sido adotadas, sendo a ensilagem uma das mais utilizadas, sendo possível ensilar praticamente todas as culturas forrageiras. No entanto, não se obtêm silagem de boa qualidade ensilando uma planta forrageira de má qualidade. A composição química da cultura utilizada e o manejo adotado durante a ensilagem irão influenciar na qualidade final da silagem. Várias culturas podem ser ensiladas, o milho é considerado a cultura padrão, mas com o avanço das pesquisas, hoje é possível ensilar plantas como o sorgo, milheto, girassol forrageiro, cana-de-açúcar, dentre outras, obtendo-se resultados similares no desempenho de animais quando comparado àqueles alimentados com silagens de milho. É importante considerar todas as etapas da ensilagem para evitar perdas e não resultar em material de má qualidade, pois isso acarreta prejuízos e baixa ingestão pelos animais. A escolha das diferentes culturas será determinada pelas características químicas e produtivas das mesmas, aliadas às características climáticas e edáficas da região escolhida.

Palavras-chave: Culturas alternativas; ensilagem; nutrição de ruminantes; regiões secas.

INTRODUÇÃO

A variação sazonal e a escassez de forragens ao longo do ano influenciam negativamente tanto a quantidade quanto a qualidade das plantas forrageiras (Oliveira *et al.*, 2010). Embora seja um fato já conhecido por parte dos produtores, essa situação é responsável pelo aumento dos custos e diminuição do desempenho dos animais (Reis *et al.,* 2008). Diante desse cenário, algumas estratégias de conservação de forragens têm sido adotadas, sendo a ensilagem uma das mais utilizadas (Macêdo *et al.,* 2017).

Trata-se de uma técnica amplamente difundida e de grande relevância nos sistemas de produção animal, que permite conservar o alimento em ambiente anaeróbico. Esse processo baseia-se na exclusão de oxigênio e na fermentação natural dos açúcares presentes na planta por bactérias, resultando na produção de ácido láctico e outros compostos que reduzem o pH do material, inibindo o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis (Silva *et al.,* 2015).

A ensilagem é realizada nos períodos de maior produção e valor nutritivo da forragem, o que favorece a obtenção de silagens de melhor qualidade. Seu objetivo é conservar os nutrientes da planta, com armazenamento rápido e em grande volume, mesmo sob variações climáticas. Contudo, perdas podem ocorrer neste processo, desde o corte até a fermentação, alterando a composição da massa e comprometendo sua ingestão pelos animais (Reis *et al.,* 2008).

Para minimizar essas perdas, que ocorrem na forma de nutrientes, gases e efluentes, é essencial que a planta seja colhida no ponto ótimo de maturação e que o material passe por uma sequência adequada de fases fermentativas (Macêdo *et al.,* 2019). Essas etapas são fundamentais para garantir a qualidade da silagem. A qualidade final da silagem está relacionada à espécie forrageira, teor de matéria seca (MS) no momento da colheita, maquinários, mão de obra, estrutura de armazenamento do alimento, densidade de compactação e utilização ou não de aditivos (Macêdo *et al.,* 2019). Uma silagem de baixa qualidade pode comprometer o consumo, o desempenho produtivo e até a saúde dos animais. Diante disso, objetiva-se com esta revisão, esclarecer aspectos relevantes a respeito do impacto da ingestão de silagens de qualidade ou não, na alimentação de animais ruminantes.

DESENVOLVIMENTO

Processo de Ensilagem

Relatos históricos mostram que o processo de conservação de forragens é tão antigo quanto o próprio homem, as evidências vão desde achados do Egito antigo com cerca de 1000-1500 anos antes de Cristo até referências encontradas na Bíblia Sagrada. Porém, a técnica só passou a ser conhecida no final do século XIX quando Auguste Goffart, um fazendeiro francês publicou o primeiro livro sobre a técnica relatando suas experiências com silagem de milho verde. Após um ano, seu livro foi publicado nos Estados Unidos e o processo de ensilagem rapidamente foi difundido pelos fazendeiros americanos (Cruz *et al.,* 1998).

A ensilagem é uma tecnologia caracterizada pela facilidade operacional capaz de contribuir positivamente no aumento da produtividade pecuária, sobretudo em locais que passam por estacionalidade na produção de alimentos (Macêdo *et al.,* 2019). Conceituando a ensilagem, esta é a técnica de conservação de plantas forrageiras tendo como fundamento básico o corte da forragem, compactação e vedação do material em meio anaeróbico que proporciona o crescimento de bactérias do ácido lático, responsáveis por reduzir o pH para inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis, garantindo assim, a qualidade da forragem. Segundo McDonald *et al.* (1991), após a compactação e vedação do material ensilado, o processo de ensilagem pode ser dividido em quatro etapas:

- **Fase 1-Fase anaeróbica:** Essa fase é a de menor duração, pois o oxigênio presente na massa ensilada prontamente é consumido em função da respiração dos microrganismos aeróbicos e aeróbicos facultativos (leveduras e enterobactérias) presentes no material ensilado. Nessa fase também ocorre a atividade de enzimas como proteases e carboidrases quando o pH ainda está em faixa normal (6,0-6,5). Vale ressaltar que se não houver compactação eficiente para a retirada de todo o oxigênio, maior tempo será gasto com a respiração celular aumentando o consumo dos substratos pelos microrganismos aeróbicos provocando perdas no material ensilado;

- **Fase 2-Fase de fermentação:** Após todo o oxigênio ser consumido é instalado dentro do silo a condição de anaerobiose. Essa fase é mais longa que a primeira, com a duração de dias ou até semanas, isso irá depender das características do material ensilado. Caso a fermentação seja bem sucedida, ocorrerá a rápida proliferação de bactérias ácido láticas (BAL) tornando-se então, dominantes dentro do silo. A atividade dessas bactérias através da conversão de carboidratos solúveis em ácidos orgânicos, resultando em ácido lático leva à rápida queda do pH para valores entre 3,8-5,0;
- **Fase 3-Fase de estabilização:** Nessa fase ocorrem poucas mudanças, pois o ambiente dentro do silo permanece sem oxigênio e grande maioria dos microrganismos produzidos na fase de fermentação reduzem suas atividades atuando de forma mais lenta até ficarem inativos;
- **Fase de abertura (deterioração aeróbica):** Essa fase é iniciada após a abertura do silo e exposição do material ao ar. Quando a silagem entra em contato com o oxigênio inicia-se a degradação pela ação de leveduras e enterobactérias. As atividades desses microrganismos provocam o aumento da temperatura, elevação do pH e degradação dos ácidos orgânicos, contribuindo para a redução da qualidade da silagem e redução da digestibilidade pelos animais. A velocidade da deterioração aeróbica é decorrente da concentração e atividade dos microrganismos presentes nessa fase.

Na fase de deterioração além das perdas de nutrientes, ocorre também o crescimento de microrganismos patogênicos e produção de toxinas que podem ser prejudiciais aos animais durante o consumo da silagem. Portanto, o conhecimento dos processos que acontecem em todas as fases citadas é de extrema importância já que é possível tornar a primeira fase mais rápida através do corte, transporte e compactação do material de forma ágil. Dessa forma propiciam-se meios para que a segunda fase ocorra em melhores condições, gerando ambiente adequado para a estabilidade do material. Com isso, após a abertura do silo, este deve permanecer o menor tempo possível em contato com o ar, para diminuir as perdas da silagem.

FORRAGEIRAS UTILIZADAS NA ENSILAGEM

Segundo Cruz *et al.* (1998) é possível ensilar praticamente todas as culturas forrageiras. No entanto, segundo os autores, deve-se ter em mente que não se obtêm silagem de boa qualidade ensilando uma forragem de má qualidade, enquanto que é totalmente possível perder um bom material ensilado através de erros de manejo. Em suma, é a composição química da cultura utilizada e o manejo adotado durante a ensilagem que irão influenciar na qualidade final da silagem. A seguir estão descritas características importantes das principais culturas utilizadas na ensilagem.

Milho *(Zea mays)*

De todas as plantas forrageiras propícias a ensilar, o milho é conhecido como a cultura padrão por apresentar todas as características que resultam em silagem de boa qualidade, dentre as quais destacam-se o alto rendimento de massa verde por hectare, baixo poder tampão, adequado teor de matéria seca (28-35%), elevado conteúdo de grãos (50%) e facilidade na colheita (Carneiro *et al.,* 2012).

O estádio de maturação do milho no momento da colheita determina a qualidade da silagem, pois o conteúdo de grãos, o teor de matéria seca e a digestibilidade da planta variam de acordo com o desenvolvimento da cultura. A colheita do milho pode ser realizada entre 100-120 após o plantio, isso irá depender da cultivar utilizada (Cruz *et al.,* 1998). A linha do leite do grão é um indicativo de colheita da cultura tendo relação direta com o teor de matéria seca (MS).

Blaser (1969) observou que à medida que aumentava a maturidade do grão de milho, aumentava o teor de MS. Desta maneira, foi observada a importância de maiores proporções de espigas em relação à planta para ensilagem. Portanto, quando o corte do milho é antecipado, menor será a participação dos grãos, por consequência a silagem terá menos energia e menor será a qualidade final.

Johnson e McClure, (1968) aconselharam o corte no momento em que os grãos estivessem no ponto farináceo ou farináceo-duro dos grãos, pois é nessa fase em que a planta está com o teor de MS adequado para ensilar e o risco de haver perdas por produção de efluentes será menor. Oliveira *et al.* (2010)

ao avaliarem as perdas e o valor nutritivo das silagens de milho, sorgo-Sudão, sorgo forrageiro e girassol (Tabela 1), verificaram que os teores de MS das silagens ficaram abaixo dos recomendados na literatura (28-35%) resultando em maiores perdas por efluentes.

Tabela 1 - Composição química, perfil de fermentação, perdas por gases e efluentes de silagens de milho, sorgo forrageiro e girassol.

Variável (% MS)	Tipos de silagens				
	Milho	Sorgo-Sudão	S.forrageiro	Girassol	CV (%)
[1]MS	29,2a	26,1b	24,1bc	22,2c	6,3
PB	6,1b	6,3b	6,1b	8,5a	10,5
EE	4,8b	5,2b	5,2b	11,4a	11,3
FDN	60,7b	70,3a	65,3ab	51,2c	4,9
FDA	41,3c	54,4a	48,0b	45,8bc	6,7
NIDN	13,9a	18,3a	18,1a	17,5a	14,7
NIDA	7,0c	12,6a	8,4bc	11,3ab	17,3
LIG	5,9c	9,1a	6,1b	8,4a	12,6
NDT	53,0b	45,6c	49,4bc	60,2a	4,5
N-NH3/NT	7,7b	8,6a	10,3a	9,5a	9,0
pH	3,8b	3,8b	3,9b	4,3a	2,9
Gases (%MS)	2,2b	5,3ab	7,4a	2,2b	48,2
Efluentes (kg/t MV)	20,4c	96,9a	69,7ab	37,9bc	31,7

[1]MS= matéria seca; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; NIDN= nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA= nitrogênio insolúvel em detergente ácido; LIG= lignina; NDT= nutrientes digestíveis totais; N-NH3/NT= nitrogênio amoniacal como proporção do nitrogênio total. Médias seguidas por uma mesma letra em uma mesma linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Adaptada de Oliveira *et al.* (2010).

Em suma, os autores verificaram que as silagens de sorgo-Sudão apresentaram maiores teores de fibra. Embora com maior teor protéico, as silagens de girassol apresentaram elevadas concentrações de lignina e extrato etéreo. As silagens de milho destacaram-se entre as demais por apresentarem menores perdas e constituintes fibrosos.

Nascimento *et al.* (2008) avaliaram o valor alimentício de silagens de milho e sorgo (granífero e sacarino) e a influência destas sobre o desempenho de vacas leiteiras (Tabela 2). Observaram que o consumo de matéria seca foi

mais elevado para animais que receberam a silagem de sorgo granífero quando comparadas com silagem de milho e sorgo sacarino.

Tabela 2 - Consumo e desempenho de vacas leiteiras alimentadas com silagens de milho e sorgo.

Item	Silagem		
	Milho	Sorgo granífero	Sorgo sacarino
Consumo de MS (kg/dia)	21,9b	22,9a	19,4c
Produção de leite (kg/dia)	28,8a	24,6b	24,1b
Gordura do leite (%)	4,3b	4,3b	4,5a

Médias seguidas por uma mesma letra em uma mesma linha não diferem entre si pelo teste Tukey (<0,05).
Fonte: Adaptada de Nascimento *et al.* (2008).

Para a produção de leite, verificou-se que foi mais elevada para as vacas que consumiram silagem de milho em detrimento das alimentadas com silagem de sorgo granífero e sacarino. Por fim, os autores concluíram que as silagens de milho apresentaram potencial de produção mais elevado, contudo, a capacidade de adaptação a regiões de clima limitantes (chuva e solos pobres) rusticidade e resultados próximos aos obtidos às silagens de milho, tornam justo a utilização do sorgo na alimentação de vacas leiteiras.

Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench)

O sorgo tem sido cada vez mais utilizado para ensilagem por apresentar características bem próximas às do milho, porém, destaca-se em alguns aspectos quando comparados, pois, apresenta maior resistência à seca, sendo alternativa para uso em regiões em que o milho não responderia ao cultivo, é resistente à solos de menor fertilidade e salinos, além de dispensar o uso de aditivos como forma de melhorar e estimular a fermentação (Rodrigues *et al.,* 2008).

Assim, o sorgo apresenta potencial produtivo para o Nordeste, sobretudo na Região Semiárida devido às suas características agronômicas e nutricionais, podendo reduzir os custos de produção animal devido à sua alta produção de biomassa, rusticidade e resistência em locais de baixa precipitação (Souza *et al.,* 2003). As variedades mais utilizadas para ensilagem são do tipo granífero. O aumento do conteúdo de grãos além de contribuir para a elevação na qualidade da silagem em função do maior conteúdo energético pode contribuir

também para o aumento da porcentagem de MS do material ensilado devido ao menor conteúdo de água.

Os grãos presentes em maior quantidade na silagem diminuem à proporção dos componentes da parede celular, aumentando a digestibilidade da MS, atribuindo maiores valores de digestibilidade aos sorgos do tipo granífero (Vieira *et al.,* 2004). Ao comparar os diferentes componentes da planta, Vieira *et al.* (2004) concluíram que a panícula é a parte da planta de sorgo que determina a qualidade da silagem por apresentar teores de MS, PB e DIVMS mais elevados e menores componentes fibrosos em relação ao conjunto colmo e folhas. Os dados de composição química antes e após a ensilagem de vários cultivares de sorgo estão na Tabela 3, esse comparativo é importante, já que pode auxiliar no controle de perdas e avaliação da qualidade da fermentação.

Tabela 3 - Comparativo da composição química de cultivares de sorgo antes e após a ensilagem.

Cultivares	Ensilagem (%MS)			Abertura silo (%MS)			Autores
	[1]MS	CHOS	PB	MS	CHOS	PB	
Cv. BRS 601	25,8	7,5	-	27,7	1,1	-	Pesce *et al.* (2000)
Cv. Volumax	32,1	7,7	6,3	32,8	2,2	5,8	Ferreira (2005)
Cv. BRS 701	38,1	2,1	7,6	36,2	0,1	7,8	Vieira *et al.* (2004)
Cv. AG2002	24,8	8,7	6,8	24,1	0,2	7,4	Vieira *et al.* (2004)

[1]MS= matéria seca; CHOS= carboidratos solúveis; PB= proteína bruta.
Fonte: elaborada pelos autores.

O momento de corte para ensilagem do sorgo é quando os grãos estiverem no estádio pastoso ou farináceo, ocasião que a MS está na faixa de 28 a 30%. A presença do tanino pode ser uma desvantagem da ensilagem dessa cultura podendo interferir na digestibilidade dos nutrientes. Porém, já existe no mercado cultivares com baixos teores de tanino que podem ser utilizados tanto para ensilagem quanto para sistemas de sucessão a outras culturas (Rodrigues, 2012).

Alves *et al.* (2012) avaliaram o desempenho de ovinos alimentados com silagens de sorgo com e sem tanino em substituição à silagem de milho (Tabela 4). Verificaram que os animais alimentados com silagem de sorgo sem tanino apresentaram melhores resultados de desempenho e ganho de peso médio

diário, embora o consumo de MS tenha sido semelhante à silagem de sorgo com tanino e a silagem de milho, seus índices de conversão alimentar foram melhores.

Tabela 4 - Consumo de matéria seca (CMS) peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso total (GPT), ganho de peso médio diário (GMD) e conversão alimentar (CA) de ovinos alimentados com silagens de sorgo com e sem tanino em substituição à silagem de milho.

Variáveis	Tratamentos			CV (%)
	SCT	SST	SM	
CMS (kg/d)	1,03ab	1,2a	0,85b	17,4
PI (kg/PV)	22,3a	21,8a	22,2a	15,2
PF (kg/PV)	28,5a	30,4a	26,7a	15,1
GMT (kg/PV)	6,2b	8,6a	5,46b	19,4
GPMD (g/PV)	111,1b	153,7a	96,4b	19,7
CA	9,2b	7,8a	10,9b	24,0

SCT= sorgo com tanino; SST= sorgo sem tanino; SM= silagem de milho. Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste Tukey (P<0,05).

Fonte: elaborada pelos autores.

Milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.)

O Milheto (*Pennisetum glaucum*) apresenta-se como alternativa aos produtores rurais para produção de forragens em forma conservada como a silagem, em regiões ou estação do ano que apresenta baixa pluviosidade. É uma forrageira com boa adaptação a regiões tropicais áridas e semiáridas, com déficit hídrico, altas temperaturas, solos com baixa fertilidade natural (Marcante *et al.,* 2011) e também apresenta elevada produção de massa por unidade de área (14 t de MS por hectare) e bom valor nutricional.

O uso do milheto para produção de silagens dá-se em razão de ser uma planta de alta resistência à seca, boa adaptabilidade a solos de baixa fertilidade e por apresentar elevada capacidade de extração de nutrientes, face ao sistema radicular profundo que a cultura possui. Uma das vantagens do milheto em relação ao milho e o sorgo é o valor protéico que chega em média a 15% de PB, boa palatabilidade e digestibilidade de até 78%, além do alto potencial nutritivo e do baixo custo, sendo ótima alternativa para uso na ensilagem em situações que nem o milho ou o sorgo possam ser utilizados (Embrapa Milho e Sorgo, 2008).

Santos *et al.* (2025) afirmaram que devido ao aumento de cultivares de milheto no mercado, torna-se necessária uma avaliação nutricional e do perfil fermentativo desse material na forma de silagem. Devido à sua rusticidade, crescimento acelerado e excelente habilidade na produção de biomassa, o milheto pode ser uma ótima alternativa para regiões de clima semiárido. Jacovetti *et al.* (2018), ao compararem o milheto como silagem em relação a sorgo, milho com espiga, milho sem espiga e cana-de-açúcar, verificaram que a produção de matéria seca do milheto foi semelhante à do milho sem espiga, contudo inferior à das demais forrageiras. Segundo os autores, considerando-se o teor de MS da cultura do milheto no momento do corte, a planta apresenta teores baixos, evidenciando em muitos casos a liberação de efluentes que pode contribuir de forma expressiva para perdas por gases e baixa recuperação da MS (Tabela 5) tornando-se necessário nesses casos, o uso de aditivos ou consórcio com gramíneas forrageiras na ensilagem com o objetivo de aumentar o teor de MS.

Tabela 5 - Valores de ácido acético, ácido butírico, nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total, pH, matéria seca, proteína bruta e digestibilidade in *vitro* da matéria seca das silagens de três genótipos de milheto aos 56 dias de fermentação.

Genótipo	Ac. acético	Ac. Butírico	N-NH3/NT	pH	MS	PB	DIVMS
				(%MS)			
CMS-1	1,22	0,03	8,4	3,5	23,9	10,1	54,4
BRS-1501	0,67	0,01	9,0	3,7	23,2	11,3	55,3
BN-2	1,10	0,03	8,7	3,5	23,5	9,7	51,7
Média	1,0	0,02	8,7	3,6	23,5	10,4	53,8

$N\text{-}NH_3$/NT= porcentagem do nitrogênio total; MS= matéria seca; PB= proteína bruta; DIVMS= digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Fonte: Adaptada de Guimarães Júnior (2005).

Alguns genótipos de milheto apresentam teores de CHOS elevados o que pode levar à fermentação alcoólica. Em trabalho realizado por Pinho *et al.* (2014) avaliando 2 genótipos de milheto (ADR 300 e ADR 7010) observaram valores de CHOS de 13,26 e 11,67% na MS respectivamente, para os dois genótipos devido à elevada participação do colmo nos seus constituintes agronômicos, segundo os autores. A silagem de milheto pode ser usada como alternativa forrageira para a produção de volumoso suplementar para regiões com estacionalidade

climática, no entanto, são importantes os estudos com aditivos que sejam eficazes no controle das perdas na ensilagem dessa forrageira.

Girassol (*Helianthus annuus*)

O girassol é uma planta da família Asteraceae, gênero *Helianthus* e mais de setenta espécies são conhecidas mundialmente. A origem do nome deriva do aspecto da planta que se assemelha a um sol e do fato de que ela gira após os raios solares. Globalmente, as sementes de girassol são classificadas como uma das culturas oleaginosas mais produzidas, juntamente com a colza, a soja e o caroço de algodão. Sua composição e valores nutritivos dependem de vários fatores, nomeadamente genótipo, tipo de solo, práticas agrícolas, condições climáticas e de processamento (Mirpoor *et al.,* 2021).

Após a soja, o girassol destaca-se como uma das principais culturas oleaginosas do mundo, amplamente cultivado para a produção de óleo vegetal de alta qualidade, especialmente rico em ácido oleico (Ortiz-Hernandez *et al.,* 2020). As sementes de girassol são destinadas majoritariamente à extração de óleo, mas apresentam excelente potencial como fonte de proteína na alimentação animal. Por seu elevado teor de gordura (380 a 540 g/kg) e proteína (140 a 200 g/kg), elas se tornam uma opção nutritiva para dietas de monogástricos e ruminantes, contribuindo para desempenho produtivo e qualidade nutricional.

É uma excelente opção para silagem, sendo considerada de qualidade igual ou superior à silagem de milho. O principal motivo que a torna superior às demais forrageiras é o valor nutricional, que no momento certo do corte, possui carboidratos solúveis e massa seca em proporções ideais para que tenha uma boa fermentação e que, segundo estudo realizado por Sousa *et al.* (2018) podem gerar 10,5% de PB. As vantagens acima citadas colocam o girassol em destaque com relação às gramíneas tradicionais, pois ele tem sido uma opção para a produção de silagem na época da safrinha ou em locais onde a deficiência hídrica impossibilita o cultivo de outras culturas tradicionais, como milho e sorgo (Gonçalves *et al.,* 2012).

Vale ressaltar que mesmo após o período correto de colheita, o girassol ainda apresenta baixos teores de MS, isso é devido à sua composição e estrutura dos tecidos que estocam elevadas quantidades de umidade. Essa característica

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

chega a comprometer o resultado final da fermentação, deixando o material propício à fermentação butírica (Ramos *et al.,* 2001). Martins *et al.* (2011) encontraram menor ingestão de MS e perda de peso em vacas mestiças alimentadas com silagem de girassol como volumoso único, o que foi atribuído à baixa digestibilidade da fibra no volumoso. Em trabalho realizado por Tomich *et al.* (2004) avaliando as características químicas e digestibilidade *in vitro* de silagens de 13 cultivares de girassol (Tabela 6), os autores observaram que os teores considerados altos de FDA, de lignina e a DIVMS média de 49,8% podem restringir a utilização das silagens avaliadas para categorias de animais mais exigentes.

Tabela 6 - Composição química, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e valores de pH de silagens de 13 cultivares de girassol.

Cultivar	% MS							
	[1]MS	PB	EE	FDN	FDA	LIG	DIVMS	pH
AS243	21,7	8,6	18,0	43,4	33,9	6,2	47,1	4,5
AS603	21,9	9,3	17,0	40,7	31,5	5,4	51,1	4,4
Cargill11	32,2	9,2	19,2	41,1	33,1	5,7	49,0	5,5
Contiflor3	23,0	8,0	13,5	46,7	36,1	7,1	49,9	4,5
Contiflor7	31,2	7,9	10,6	46,8	36,1	6,9	46,9	5,3
DK180	26,0	8,1	15,5	42,2	34,4	6,4	49,7	4,5
M734	26,3	9,8	10,5	50,6	39,4	6,9	51,4	4,5
M737	19,6	9,5	18,1	37,7	28,9	5,2	56,7	4,1
M738	27,2	9,8	13,7	52,8	40,1	6,9	49,4	4,5
M742	23,5	9,4	11,3	51,5	39,7	6,8	51,5	4,4
Rumbosol 90	26,8	8,7	12,6	49,3	38,4	7,3	48,6	5,2
Rumbosol 91	23,5	7,2	11,2	47,7	37,3	7,1	47,9	4,1
V2000	25,8	9,4	14,8	44,0	35,0	6,4	48,9	5,2

[1]MS= matéria seca; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; LIG= lignina; DIVMS= digestibilidade *in vitro* da MS.

Fonte: Adaptada de Tomich *et al.* (2004).

Os mesmos autores destacaram também o alto teor de EE que essa cultura apresenta, podendo ser um fator limitante para o uso das silagens desses cultivares como volumoso exclusivo na dieta de animais de produção, o que pode prejudicar a digestibilidade dos nutrientes e resultar em baixo desempenho (Carneiro *et al.,* 2012). Isso ocorre porque as silagens de gramíneas tropicais apresentam baixo teor desses nutrientes, o que limita seu uso exclusivo,

principalmente para animais com alta exigência nutricional (Melo *et al.,* 2016). Sendo necessário a associação da cultura com outros volumosos para aumentar o teor de MS da cultura e evitar fermentações indesejáveis.

GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS

A produção de ruminantes no Nordeste brasileiro depende, majoritariamente, do uso de forragens nativas e cultivadas. No entanto, estas espécies nativas apresentam baixa produtividade, o que limita sua capacidade de suporte. Esse cenário está fortemente relacionado à irregularidade do regime de chuvas na região. Tal sazonalidade influencia diretamente a disponibilidade de pastagens e a curva de crescimento das forragens tropicais ao longo do ano (Santos *et al.,* 2025).

As gramíneas cultivadas sob condições tropicais apresentam alto desempenho produtivo durante o período chuvoso, mas apresentam quedas expressivas na estação seca. Nesse contexto, a conservação do excedente da produção durante as chuvas, por meio da ensilagem, torna-se alternativa viável para garantir alimento em épocas críticas.

Dentre as gramíneas cultivadas adaptadas ao clima semiárido, destacam-se espécies dos gêneros *Urochloa* (sin. *Brachiaria*), *Megathyrsus* (sin. *Panicum*), *Cynodon* e *Pennisetum*. Essas espécies foram introduzidas com o objetivo de complementar ou substituir as forragens nativas, devido à sua maior capacidade de produção de massa verde (Euclides *et al.,* 2019). Um dos principais desafios na ensilagem de gramíneas tropicais está relacionado à baixa população de bactérias ácido-láticas (BAL), dificultando o processo fermentativo. Associada à baixa concentração de carboidratos solúveis, essa limitação pode favorecer o desenvolvimento de mofos e leveduras durante a conservação (Bezerra *et al.,* 2016).

Para solucionar esse problema, recomenda-se o corte em estágios mais jovens de desenvolvimento, quando os níveis de carboidratos e outros nutrientes são mais adequados. No entanto, a maturidade da planta influencia diretamente o teor de MS, como demonstrado por Pinho *et al.* (2013) em estudo com capim buffel, no qual os teores de MS variaram de 19,4% a 22,4% conforme a altura de

corte. Valores baixos de MS dificultam o processo fermentativo e comprometem a qualidade da silagem.

Diante dessas limitações, alternativas como o emurchecimento pré-ensilagem, o uso de coprodutos regionais da agroindústria e a adição de fontes de carboidratos solúveis têm sido adotadas para melhorar a conservação e o valor nutritivo das silagens (Bezerra *et al.,* 2016). Por exemplo, a inclusão de farelo de arroz na silagem de capim Marandu resultou em redução do pH, menores perdas por gases e efluentes, e maior recuperação de MS. A adição de 10% do coproduto foi suficiente para melhorar a composição bromatológica da silagem (Santos *et al.,* 2024).

O uso de capins adaptados ao Semiárido nordestino também tem mostrado-se promissor. O capim buffel, por exemplo, destaca-se por sua rusticidade, tolerância à seca e à baixa fertilidade dos solos. Sua boa produtividade e composição química em condições de baixa precipitação o tornam excelente alternativa para a ensilagem e para a manutenção da alimentação animal durante os períodos de escassez.

Já o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) é amplamente reconhecido pelo seu elevado potencial de produção de forragem. No entanto, apresenta desafios quanto à ensilagem, principalmente devido ao alto teor de umidade na época ideal de corte, à baixa concentração de carboidratos solúveis e à elevada capacidade tampão. Medidas como o emurchecimento, a adição de culturas complementares e o uso de subprodutos da agroindústria de frutas podem contribuir para otimizar a fermentação e garantir uma silagem de melhor qualidade.

Embora as gramíneas forrageiras tropicais apresentem alta produtividade/ha, no entanto, apresentam baixo teor de MS no momento do corte, momento esse em que a concentração de nutrientes está adequada para ensilar. Diante desse dilema alguns recursos podem ser utilizados para amenizar essa condição, seja por meio do emurchecimento da forragem antes da ensilagem, ou o uso de aditivos absorvedores de MS e fontes de CHOS (Bezerra *et al.,* 2016).

Ferreira *et al.* (2010) avaliaram o consumo e digestibilidade de capim-elefante com diferentes níveis do subproduto da agroindústria da acerola (Tabela 7). Os autores verificaram que a adição do subproduto da acerola desidratada aumentou de forma linear os teores médios de MS, MO e PB. Contudo,

houve também o aumento dos componentes fibrosos, sobretudo nos teores médios de lignina.

Tabela 7 - Composição química e características fermentativas do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) ensilado com níveis crescentes de subproduto da acerola (*Malpighia glabra,* Linn.) desidratada- SACD.

Nutrientes	Níveis de adição de SACD (%)				
(%) MS	0	3,5	7	10,5	14
[1]MS	19,7	23,2	24,9	26,8	30,85
MO	85,6	86,4	87,5	88,3	90,1
PB	5,4	7,4	7,9	8,7	10,0
FDN	73,0	73,8	74,9	75,7	76,2
FDA	44,4	44,2	47,8	50,1	53,6
HEM	28,5	29,5	27,0	25,6	22,6
CEL	31,4	28,7	30,7	31,3	29,7
LIG	13,0	15,4	17,1	18,7	23,8
NIDN	24,7	23,5	28,3	27,7	30,4
NIDA	11,8	13,2	17,8	18,0	22,0
AL	2,6	4,2	2,5	0,7	0,6
AAC	0,4	0,1	0,1	0,1	0,2
AP	0,04	0,03	0,02	0,01	0,02
AB	0,07	0,03	0,01	0,01	0,1
pH	4,7	4,2	4,2	3,9	3,9
$N\text{-}NH_3/NT$	15,9	10,8	13,0	6,6	6,9

[1]MS= matéria seca; MO= matéria orgânica; PB= proteína bruta; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; HEM= hemicelulose; CEL= celulose; LIG= lignina; NIDN= nitrogênio indisponível em detergente neutro; NIDA= nitrogênio indisponível em detergente ácido; AL= ácido lático; AAC= ácido acético; AP= ácido propiônico; AB= ácido butírico; $N\text{-}NH_3/NT$= nitrogênio amoniacal como proporção do nitrogênio total.
Fonte: Adaptada de Ferreira *et al.* (2010).

Com o aumento dos níveis de acerola houve também o aumento nos teores de NIDN, NIDA e $N\text{-}NH_3/NT$ resultando em baixo aproveitamento pelos animais e diminuindo os valores de digestibilidade ficando abaixo de 45% com o nível de inclusão de 14% de SCAD. Com relação ao uso da cana-de-açúcar *(Saccharum officinarum)*, esta *é* amplamente cultivada no Brasil, inclusive em regiões tradicionalmente voltadas à pecuária e à produção de grãos. De acordo com dados do 4º Levantamento da Safra 2023/24, divulgado pela CONAB (2024), a cultura alcançou um recorde de produção, ultrapassando 713 milhões

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

de toneladas. Entre as características que favorecem o uso da cana-de-açúcar na alimentação animal, destaca-se sua alta produtividade de massa verde, variando entre 80 e 150 toneladas por hectare ao ano, além da manutenção de seu valor nutritivo por até seis meses após a maturação. A colheita, normalmente realizada em períodos de escassez de forragem nas pastagens, contribui ainda mais para sua atratividade como volumoso na dieta de ruminantes (Takahashi, 2023). A facilidade de obtenção de mudas e a simplicidade do plantio também são fatores que viabilizam sua utilização na forma de silagem.

A ensilagem da cana-de-açúcar tem ganhado destaque por reduzir a necessidade de corte diário da forragem, prática que exige elevada demanda de mão de obra e aumenta os custos de produção. Além disso, permite a conservação da forragem em situações emergenciais, como em casos de incêndios ou quando a planta não será utilizada no período (Takahashi, 2023). No entanto, a produção de uma silagem de boa qualidade a partir da cana-de-açúcar ainda apresenta desafios significativos.

Apesar das vantagens, a cana-de-açúcar possui limitações nutricionais que comprometem seu uso exclusivo na dieta de ruminantes. Entre os principais problemas estão o baixo teor de PB (Cirne *et al.,* 2014), o desequilíbrio na composição mineral, especialmente a deficiência de fósforo e a baixa degradação da fibra, o que pode reduzir o consumo e a eficiência na utilização da MS e da energia digerida pelos animais. Mesmo apresentando valores intermediários de digestibilidade (entre 54% e 65%) (Boin; Tedeschi, 1993), a sua composição nutricional desequilibrada exige a correção com a inclusão de aditivos ou outros alimentos.

Outro fator limitante está relacionado à fermentação da silagem. Silagens produzidas exclusivamente com cana-de-açúcar geralmente são rejeitadas pelos animais, resultando em baixo consumo e desempenho. Essa rejeição ocorre devido à intensa fermentação alcoólica promovida por leveduras presentes na microbiota epífita da planta, estimuladas pelo alto teor de carboidratos solúveis, o que leva a perdas gasosas significativas (Macêdo *et al.,* 2019).

Para solucionar essas limitações, estratégias como a associação da cana-de-açúcar com forragens ricas em proteína, como a *Moringa oleifera*, têm mostrado-se eficazes. Essa combinação permite elevar o teor de PB na silagem, melhorar o padrão fermentativo e potencialmente aumentar a digestibilidade

das frações fibrosas da parede celular, devido à maior concentração de carboidratos solúveis residuais (Takahashi, 2023). Além disso, o uso de aditivos durante o processo de ensilagem tem sido amplamente estudado como forma de preservar e melhorar o valor nutritivo da silagem.

A adição de ureia, por exemplo, aumenta o teor de proteína bruta e contribui para a estabilidade aeróbia da silagem, devido à ação antifúngica da amônia liberada (Macêdo *et al.,* 2016). Outro aditivo promissor é o óxido de cálcio, que tem se destacado por melhorar o perfil fermentativo da silagem, favorecer a conservação e estimular o crescimento de microrganismos benéficos, como as bactérias produtoras de ácido lático (Silveira e Santos, 2017).

Rabelo *et al.* (2013) avaliaram o consumo de ovinos alimentados com silagens de cana-de-açúcar tratadas com óxido de cálcio nas proporções de (0,5%, 1,0% e 1,5%) e cloreto de sódio (0,5%, 1,0% e 2,0%). Foi verificado que os animais consumiram maior quantidade de matéria seca e de nutrientes digestíveis totais quando se adicionou 0,5% de NaCl ou ainda 1,0 a 1,5% de CaO (Tabela 8).

Tabela 8 - Consumo de nutrientes de ovinos alimentados com dietas à base de silagens de cana-de-açúcar tratadas quimicamente.

Item	NaCl			Controle	CaO			
	0,5%	1,05	2,0%		0,5%	1,0%	1,5%	
				Consumo (g/kg PV ^{0,75})				CV (%)
[1]MS	62a	45c	50b	39c	52b	64a	57a	11,1
FDN	33a	25b	28b	22b	27b	37a	28b	12,6
FDA	14a	11b	12b	7c	11b	11b	8c	13,6
HEM	19b	14c	16c	14c	16c	26a	19b	14,4
PB	2,1a	1,4c	1,7b	1,7b	1,3c	1,8b	1,3c	13,8

[1]MS = matéria seca; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; HEM = hemicelulose; PB = proteína bruta; PV0,75 = unidade de tamanho metabólico; 1PV = peso vivo; GPMD = ganho de peso médio diário; GPMT = ganho de peso médio total. Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Fonte: Adaptada de Rabelo *et al.* (2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando o processo de ensilagem é realizado de maneira adequado, resulta em alimento de ótima qualidade e utilidade na alimentação dos ruminantes. Várias culturas forrageiras podem ser ensiladas e contribuir para a alimentação

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

dos rebanhos. A escolha das diferentes culturas será determinada pelas características químicas e produtivas das mesmas aliadas às características climáticas e edáficas da região escolhida.

REFERÊNCIAS

ALVES, E. M. *et al.* Silagem de sorgo com e sem tanino em substituição à silagem de milho na alimentação de ovinos: desempenho e características de carcaça. **Ciência Animal Brasileira**, v.13, n.2, p. 157-164, 2012.

BEZERRA, H. F. C. *et al.* **Ensilagem de capins.** Capítulo 7. *In*: SANTOS, E.N.; PARENTE, H.N.; OLIVEIRA, J.S.; PARENTE, M.O.M. Ensilagem de plantas forrageira para o Semiárido. EDUFMA, 2016.

BLASER, R. E. Corn silage high energy forage. **Forage Animal Management Systems.** Virginia Polytechnic Institute, p. 53-57, 1969.

BOIN; C.; TEDESCHI, L. O. Cana de açúcar na alimentação de gado de corte. *In*: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5. Piracicaba, 1993. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.l07-126. 1993.

CARNEIRO, M. S. S.; LIMA, J. A. de; CASTRO, A. M. G. de. Valor nutritivo da silagem de híbridos de milho com diferentes texturas de grãos colhidos em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 41, n. 5, p. 1204-1211, 2012.

CIRNE, L. *et al.* Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo feno de amoreira. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 2, art. 1051, 2014.

CONAB-Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**, Brasília, DF, v. 11, n. 4, abr. 2024.

CRUZ, R. S.; FERREIRA, W. M.; FERREIRA, F. F. **Ensilagem: princípios e técnicas.** São Luís: EDUEMA, 1998.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. A cultura do Milheto. Sete Lagoas-MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2008, 2p. (**Encarte Técnico**/ Embrapa Milho e Sorgo).

EUCLIDES, V. P. B. *et al.* Grazing intensity affects forage accumulation and persistence of Marandu palisadegrass in the Brazilian savannah. **Grass and Forage Science,** v. 75, p. 1-13, 2019.

FERREIRA, J. J. C. **Avaliação da qualidade e do perfil de fermentação de seis cultivares de sorgo.** 2005. 57f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

FERREIRA, M. A. *et al.* Efeito da adição de subproduto de acerola na ensilagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 39, n. 8, p. 1704-1711, 2010.

GONÇALVES, L.C. *et al.* **Silagem de girassol como opção forrageira**. Capítulo 7. 21p. 2012.

GUIMARÃES JÚNIOR, R. Composição e digestibilidade de silagens de milheto. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 34, p. 1401-1408, 2005.

JACOVETTI, R. *et al.* Avaliação da silagem de milheto como alternativa forrageira. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 47, n. 2, p. 103-110, 2018.

JOHNSON, L. M.; McCLURE, K. E. Feeding value of corn silage harvested at different stages of maturity. **Journal of Dairy Science,** v. 51, n. 4, p. 625-631, 1968.

MACÊDO, A. J. S. *et al.* Avaliação das perdas fermentativas da silagem de sorgo forrageiro aditivada com ureia e/ou inoculante microbiano. **CONIDIS**, 2016.

MACEDO, A. J. S. *et al.* Produção de silagem na forma de ração à base de palma: revisão de literatura. **Revista Electrónica de Veterinária,** v. 18, n. 9, p. 1-11, 2017.

MACÊDO, A. J. S. *et al.* Potencialidades e limitações de plantas forrageiras para ensilagem: revisão. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 13, n. 2, p. 320-337, 2019.

MARCANTE, N. C.; SILVA, M. A. C.; JÚNIOR, F. P. Teores de nutrientes no milheto ensilado com diferentes tratamentos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences,** v. 38, n. 1, p. 73-79, 2011.

MARTINS, S. C. D. S. G. *et al.* Intake, digestibility, milk production and economic analysis of diets with different forages. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal,** v. 12, n. 3, p. 691-708, 2011.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The Biochemistry of Silage.** 2. ed. Chalcombe Publications, 1991.

MELO, M. *et al.* Características fermentativas e composição química da silagem de capim Tanzânia com aditivos. **Boletim da Indústria Animal,** v. 73, n. 3, p. 189-197, 2016.

MIRPOOR, S. F.; GIOSAFATTO, C. V. L.; PORTA, R. Biorrefinamento de tortas de óleo de sementes como cofluxos industriais para produção de bioplásticos. **Trends in Food Science & Technology,** v. 109, p. 259-270, 2021.

NASCIMENTO, J. A. S. do *et al.* Consumo e desempenho de vacas leiteiras alimentadas com silagens de milho e sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 10, p. 1874-1882, 2008.

OLIVEIRA, L. B. *et al.* Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 39, n. 1, p. 61-67, 2010.

ORTIZ-HERNANDEZ, A. A. *et al.* Caracterização física de sementes de girassol desidratadas por indução eletromagnética e sistema de baixa pressão. **Innovative Food Science and Emerging Technologies,** v. 60, p. 102285, 2020.

PESCE, D.M.C. *et al.* Análise de vinte genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), de portes médio e alto, pertencentes ao ensaio nacional. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.29 n.4, 2000.

PINHO, R. M. A. *et al.* Microbial and fermentation profiles, losses and chemical composition of silages of buffel grass harvested at different cutting heights. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 42, n. 12, 2013.

PINHO, R. M. A. *et al.* Silages of pearl millet submitted to nitrogen fertilization. **Ciência Rural,** v.44 n.5, 2014.

RABELO, F. H. S. *et al.* Consumo e desempenho de ovinos alimentados com silagens de cana-de-açúcar tratadas com óxido de cálcio e cloreto de sódio. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.,** v.65, n.4, p.1158-1164, 2013.

RAMOS, B. M. *et al.* Digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta da silagem de girassol em dois estádios vegetativos com e sem adição de casca de soja em ovinos. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:SBZ, 2001, p.1067-1069.

REIS, R. A. *et al.* Fatores que afetam o consumo de forragens conservadas. *In*: JOBIN, C. C. *et al.* (Eds.). **Simpósio sobre utilização de forragens conservadas,** 3., Maringá. Universidade Estadual de Maringá, 2008. p. 09-40.

RODRIGUES, J. A. S. *et al.* BRS 655: híbrido de sorgo forrageiro para produção de silagem de alta qualidade. Embrapa Milho e Sorgo. **Circular Técnica, n.107,** 2008.

RODRIGUES, J.A.S. **Produção e utilização de silagem de sorgo**. Embrapa Milho e Sorgo, 14p. 2012.

SANTOS, E. F. dos. *et al.* Perdas e composição química da silagem de capim marandu com inclusão de farelo de arroz. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research,** *7*(2), e69280. 2024.

SANTOS, B. R. C. dos *et al.* Estratégias para mitigar os efeitos da sazonalidade forrageira: silagem, rações totalmente misturadas e coprodutos agroindustriais. *In*: ALMEIDA, J. R. L. de (org.). **Tópicos Especiais em Zootecnia.** Natal, RN: Editora IFRN, 2025.

SILVA, G. M. *et al.* Fatores antiqualitativos em silagens. **Revista Eletrônica Nutritime,** v. 12, n. 6, p. 4359-4367, 2015.

SILVEIRA, L. P.; SANTOS, T. M. C. Silagem de cana-de-açúcar acrescida com aditivos químicos e inoculante bacteriano. **PUBVET,** v. 11, n. 5, p. 519-526, 2017.

SOUZA, V.G. *et al.* Valor Nutritivo de Silagens de Sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**., v.32, n.3, p.753-759, 2003.

SOUSA, A. V.; ARIAS, A. L.; GOBETTI, S. T. C. Silagem de girassol como alternativa forrageira. **Ciência Veterinária,** v. 1, n. 2, p. 1-6, 2018.

TAKAHASHI, L. S. **Inclusão de *Moringa oleifera* e *Tithonia diversifolia* na silagem de cana-de-açúcar como fonte alimentar alternativa para ovinos.** 105 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2023.

TOMICH, T. R. *et al.* Características químicas e digestibilidade *in vitro* de silagens de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1672-1682, 2004.

VIANA, P. T. *et al.* Fracionamento de carboidratos e de proteína das silagens de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 41, n. 2, p. 292-297, 2012.

VIEIRA, F. A. P. *et al.* Qualidade de silagens de sorgo com aditivos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia,** v. 56, n. 6, p. 764-772, 2004.

04

METODOLOGIAS PARA AVALIAÇÃO DE FORRAGEM NO ESTRATO HERBÁCEO E ARBÓREO DA CAATINGA

Shirlenne Ferreira Silva
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

João Paulo Matos Pessoa
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Marcos Lenyn Rodrigues dos Santos
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Samila Barbosa Lisboa
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Antônio Nelson Lima Costa
Universidade Federal do Cariri (UFCA)

Clara Beatriz Marques da Silva Xavier
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Joana Floribela Lima Da Silva
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Lívia Laena Pires de Moura
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Assíria Anne Rodrigues Campos
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Fernanda Fernandes Liarth
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

10.37885/250719771

RESUMO

A Caatinga é um bioma complexo devido à heterogeneidade da sua vegetação, por isso necessita de vários tipos de metodologias para determinar a disponibilidade de forragem e a diversidade de espécies que compõem os estratos da pastagem. Objetivou-se com esse estudo, caracterizar e discorrer sobre as metodologias aplicadas na avaliação de forragem em pastagens nativas, seja em aspectos qualitativos e aspectos quantitativos. As forragens podem ser avaliadas através de métodos diretos (destrutivos) e indiretos (não destrutivos). Também há os métodos qualitativos: Levantamento florístico, Diagrama de perfis, Método do pino, dos Quadrantes, do Transecto linear, e do Transecto em faixas. Os métodos quantitativos são: estimativas visuais, métodos diretos e métodos indiretos que se subdividem em rendimento comparativo, peso seco escalonado, uso de câmeras fotográficas, sensoriamento remoto e dendrometria. Os métodos de avaliação podem fornecer informações importantes, ajudando na sensibilização da população, na valorização da fauna, da flora e dos recursos naturais da Caatinga. Também ajudam na estimativa da disponibilidade de forragem ao longo do ano, permitindo adotar-se estratégias de manejo sustentável da pastagem nativa.

Palavras-chave: Pastagem nativa; pastagem natural; planta forrageira; semiárido.

INTRODUÇÃO

A Caatinga é um bioma complexo devido à heterogeneidade da sua vegetação. Estudos relacionados à avaliação das plantas que a compõem, principalmente as de interesse forrageiro, são escassos devido à dificuldade de realizá-los (Araújo Filho, 2013). A literatura disponível sobre avaliação de forragem em pastagens nativas data de muitos anos e a maior parte é oriunda de países estrangeiros.

Esse fato também reflete em boa parte dos estudos que são realizados com pastagens nativas no Brasil. Devido às dificuldades de mensuração pela diversidade dos estratos, composição botânica, características morfológicas e estádio fenológico torna-se muitas vezes inviável a aplicação dos métodos, ou então gera-se subestimação dos resultados obtidos. Assim, um método adequado para medir algumas características da vegetação pode ser totalmente inadequado para avaliar outras. Desta forma, o método deve ser modificado para obter a máxima precisão e de maneira aplicável.

Vale ressaltar a importância da avaliação de plantas nativas da Caatinga de interesse forrageiro. Por meio da avaliação torna-se possível determinar a biomassa de forragem, sua produtividade, ter conhecimento sobre o que estaria disponível aos animais, sua composição botânica, valor nutritivo, podendo monitorar o desempenho animal quando em pastejo.

As avaliações de forragem são importantes tanto no aspecto quantitativo, pois são utilizadas para determinar não só a estrutura da comunidade vegetal, mas também suas modificações ao longo do tempo, quanto a aspectos qualitativos, sobretudo quando se avalia espécies que compõem determinado sítio ecológico, se apresentam valor forrageiro, se determinada espécie pode ser indicativo de alguma etapa de sucessão ou processo de degradação (Araújo Filho, 2013).

As pesquisas no ramo da fitossociologia apresentam relevância para a avaliação de pastagens nativas, já que estes estudos utilizam parâmetros essenciais para caracterizar a estrutura da comunidade vegetal, para identificar espécies ameaçadas e/ou áreas degradadas. Objetiva-se com esse estudo, discorrer sobre as metodologias aplicadas para a avaliação de forragem em pastagens nativas, seja em aspectos qualitativos e aspectos quantitativos,

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

sendo neste último, a avaliação da forragem feita por meio de métodos diretos (destrutivos) e indiretos (não destrutivos).

DESENVOLVIMENTO

MÉTODOS QUALITATIVOS

Amostragens que levam em consideração aspectos qualitativos apresentam extrema relevância para tomar conhecimento sobre a distribuição das espécies (hábito, hábitat, possíveis ameaças). Dessa maneira, é possível obter fundamento para a elaboração de listas florísticas de diferentes e/ou novas espécies de diversos locais. Estas listas são necessárias para a compreensão da biogeografia de um bioma (Mota *et al.*, 2014).

Levantamentos Florísticos

Para fazer o levantamento são necessárias coletas assistemáticas na área escolhida para estudos. Essas coletas devem ser mensais em períodos de 24 meses com coletas de amostras tanto em períodos chuvosos quanto em períodos secos. Como o Brasil apresenta imensa riqueza mundial de plantas, observa-se que mesmo em uma área pequena são encontrados números elevados de espécies vegetais, sendo muito difícil coletar todas as espécies de uma área escolhida para estudo (Viana e Lombardi, 2007).

Segundo Moro e Martins (2011), em biomas ricos em espécies como o Amazônico e o Atlântico, é quase improvável que em dois anos de coleta seja gerada uma lista com o número próximo à riqueza real de espécies da área. No entanto, a publicação e registro desses dados podem subsidiar estudos sobre a distribuição das espécies de forma individual ou em associação e a possível escolha delas para a recuperação de áreas degradadas.

Após a coleta das amostras torna-se necessário a identificação e classificação dos exemplares que podem ser realizadas através de consultas a especialistas e por meio de morfologia comparada. Pode-se usar também bibliografia especializada ou um herbário de referência (Holmgren *et al.*, 1990). Segundo Ramalho *et al.* (2009), levantamentos florísticos realizados em áreas

de Caatinga necessitam de maior intensificação, no entanto, com base nos estudos já realizados é possível afirmar que estas áreas apresentam extraordinária diversidade florística com a presença de muitas espécies endêmicas.

De acordo com os autores citados acima, os levantamentos florísticos são um instrumento importante para a avaliação de diferentes fragmentos existentes em determinada área e para dar subsídio para tomada de decisões relevantes, seja para cortes de árvores para uso de biomassa vegetal, uso de lenha, pecuária e outros interesses socioeconômicos.

Souza e Rodal (2010), em estudo para levantamento florístico em trecho de vegetação ripária de Caatinga no Rio Pajeú em Pernambuco, identificaram e registraram em quatro ambientes: leito do rio, margem, serrote e tabuleiro, 78 espécies distribuídas em 39 famílias. A maior riqueza ocorreu para as famílias Leguminosae e Euphorbiaceae.

As famílias Leguminosae e Euphorbiaceae também foram as mais ricas em espécies relatadas em estudo realizado por Sabino *et al.* (2016) em dois fragmentos de Caatinga sujeitos a intervenções antrópicas no município de Patos, Paraíba.

Diagrama de Perfis

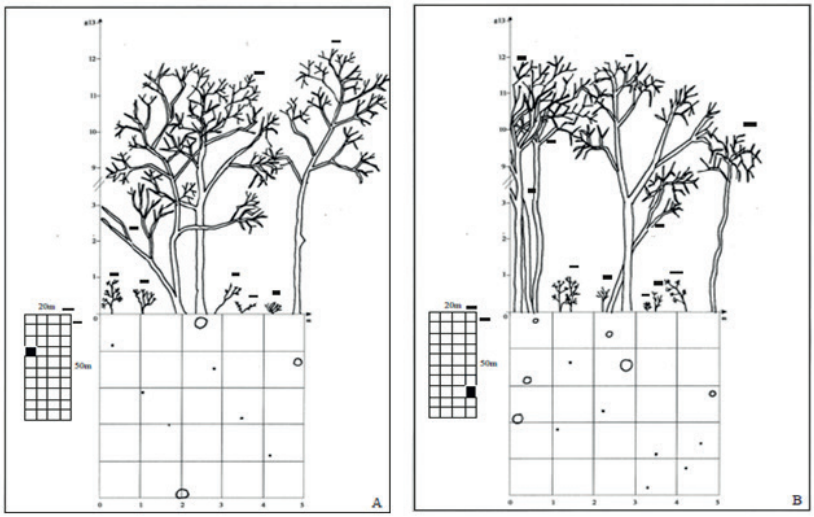
Em qualquer tipo de vegetação existem diferenças quanto aos graus de estratificação, dossel e porte de cada indivíduo que a compõe. Essas diferenças não podem ser obtidas por valores de descrições quantitativas. Dessa forma, descrições verbais do porte das espécies e do dossel em suas várias camadas são meios para resolver esse problema. Além da descrição qualitativa da fisionomia de determinada vegetação, a técnica de diagrama de perfil pode ser uma opção com menor subjetividade na descrição da vegetação (Davis e Richards, 1933; Davis e Richards, 1934).

O método é uma forma qualitativa de descrever fisionomias através de desenhos e descrições verbais. Na execução da técnica uma parcela retangular estreita é estabelecida na vegetação com dimensões que irão variar de acordo com a fisionomia da área. Em um exemplo usando florestas densas, as dimensões utilizadas são de 60 × 8 m (Richards, 1957). Porém, em estudos realizados

no Brasil, parcelas com 5m de largura e 30m de comprimento já estão em uso (Durigan, 2003).

Na parcela, todas as plantas de interesse presentes devem ser desenhadas considerando seu formato, suas particularidades e sua posição em relação às demais plantas. Através da comparação visual entre os diagramas de perfil é possível assimilar as características e diferenças estruturais dos trechos analisados, fornecendo mais informações do que a descrição verbal. A Figura 1 mostra um diagrama de perfil na área de Caatinga em São José do Piauí.

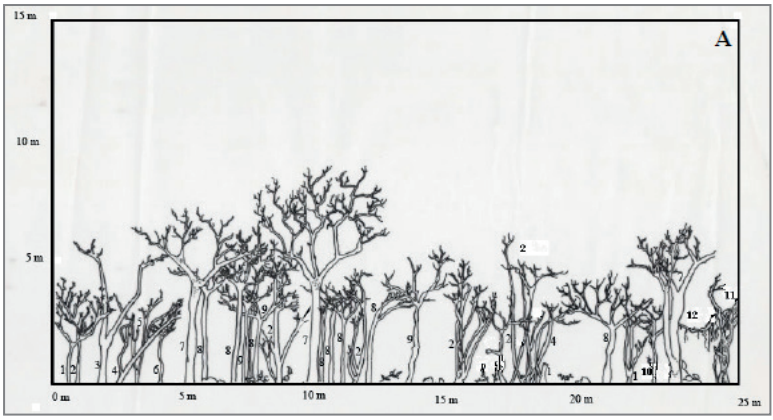
Figura 1 - Diagrama de perfis (5x5m) da vegetação.



A - Intervalo de 5 a 10m: 1 -*Bauhinia pulchella* Benth., 2 - *Jacaranda jasminoides* (Thunb.) Sandw., 3 - *Barnebya harleyi* W.A.Anderson & B.Gates, 4 - *Amburana cearensis* (Allemão) A.C.Sm., 5 e 6 - *Banisteriopsis stellaris* (Griseb.) B.Gates, 7 - *Helicteres muscosa* Mart. e 8 - *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.) Standl. **B** - Intervalo de 15-20m: 1, 2, 6,7 e 11 - *Swartzia flaemmingii* Raddi, 4 - *B. pulchella*, 5, 8 e 9 - *J. jasminoides* e 10 - *H. muscosa*.
Fonte: Mendes (2003).

A Figura 2 apresenta um diagrama de perfil em estudo realizado para avaliar a composição florística, estrutura e mapeamento da vegetação de Caatinga da estação ecológica de Auiaba no Ceará.

Figura 2 - Perfil diagrama da vegetação realizado em uma faixa de 25 m x 5 m, no local do levantamento fitossociológico, representando a fisionomia de caatinga arbustiva-arbórea alta aberta-Auiaba, CE.



1-*Erythroxylum caatingae*; 2-*Bauhinia pulchella*; 3-*Capparis hastata*; 4-*Helicteres baruensis*; 5-*Machaerium hirtum*; 6- *Bursera leptophloeos*; 7-*Piptadenia moniliformis*; 8-*Croton floribundus*; 9-*Croton nepetifolius*; 10-*Maprounea guianensis*; 11-*Chloroleucon dumosum*; 12-*Dioclea grandiflora*.

Fonte: Lemos (2006).

MÉTODOS USUAIS PARA LEVANTAMENTOS FITOSSOCIOLÓGICOS

Nesse tópico serão abordados os métodos que utilizam amostras adimensionais (método do pino e dos quadrantes) e dimensionais (método do transecto linear, método do transecto em faixas e método da moldura).

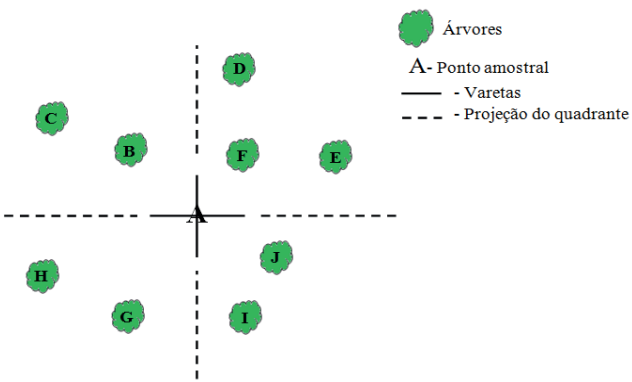
Método do Pino

Esse método utiliza um dispositivo pontiagudo que fica posicionado na ponta da bota do observador. Consiste em fazer caminhamentos em forma de zigue-zague dentro da pastagem registrando a cada número de passos (pré-definidos), qual a espécie que está sendo tocada pela ponta do pino. Esse método é utilizado para a determinação das coberturas específicas (Ce) e relativa (Cr) como também das frequências específicas (Fe) e relativa (Fr) de espécies herbáceas (Cândido, 2011).

Método do Pino, Método dos Quadrantes, Método do Transecto Linear, Faixas

Esse método também é chamado de pontos-quadrantes, consiste no uso de uma vara para marcar no meio da vegetação um ponto. Após a marcação do ponto a área em volta do ponto é dividida em quatro quadrantes, desta forma é medida a distância do meio do ponto até a árvore ou arbusto mais próximo de cada quadrante. Nesse método são estimadas a densidade e a cobertura de espécies do estrato arbustivo-arbóreo (Moro e Martins, 2011).

Figura 3 - Desenho esquemático do método dos quadrantes.



Fonte: Adaptado de Araújo Filho (2013).

Método do Transecto Linear

Segundo Cândido (2011), neste método utiliza-se uma trena que fica esticada na direção do caminhamento quando é alcançado o número de passos pré-determinados no caminhar em zigue-zague. Em seguida são medidos os trechos da distância da espécie lenhosa mais próxima do ponto que é interceptado pela sombra projetada pela copa das árvores e arbustos no solo. Toda a área demarcada deverá ser percorrida. Esse método é utilizado para estimar a cobertura vegetal do estrato lenhoso (arbustivo-arbóreo).

Método do Transecto em Faixas

Esse método é similar ao anterior, mas apresenta a diferença do uso de uma faixa lateral (pode ser medida com uma vara de 1,0 m) após a trena ser esticada. Através desse método podem ser medidas a densidade e a frequência de plantas lenhosas.

Método da Moldura

Nesse método, uma moldura de área conhecida (0,25 m × 1,00 m) é lançada ao acaso dentro da pastagem a cada número de passos pré-determinados. No interior da moldura pode-se medir a frequência das espécies, a cobertura, densidade e massa vegetal presente no interior da moldura. A massa vegetal pode ser mensurada após sua remoção e pesagem quando fresca e após secagem em estufa de ventilação forçada ou micro-ondas. Esse método é aplicado para o estrato herbáceo de pastagens naturais (Cândido, 2011).

MÉTODOS QUANTITATIVOS

Segundo Moro e Martins (2011) somente os levantamentos florísticos não são suficientes para determinar todos os aspectos da vegetação, dessa maneira, em adição a eles, os estudos quantitativos buscam a compreensão sobre a estrutura ou fisionomia da comunidade vegetal.

Método Direto

O método direto para a avaliação de biomassa forrageira do estrato herbáceo apresenta mais exatidão em relação aos indiretos (Haydock e Shaw, 1975). Fundamenta-se no corte e retirada da forragem oriunda de um local amostral ou de uma área em sua totalidade que está sendo avaliada.

Devido ao fato de a amostra ser removida e cortada, esse método é definido como destrutivo, inviabilizando avaliações posteriores no local amostral (Mannetjet, 2000). Para a amostragem da vegetação a técnica direta mais conhecida é a que utiliza uma moldura de ferro chato ou metal de forma retangular,

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

medindo 0,25m de largura por 1,00 de comprimento (Figura 4B), essa técnica é conhecida por "Método da moldura" (Araújo Filho, 2013).

Figura 4 - Caatinga Arbustiva-arbórea em área de preservação.



Fonte: Andrade (2018).

Segundo Araújo Filho *et al.* (2010), a moldura é lançada aleatoriamente em diferentes pontos na área avaliada, em seguida o material delimitado por ela é identificado e removido através do corte para pesagem e obtido o valor do material original. Uma amostra de 500g do material deve ser retirada para a obtenção do valor de MS e estimada a produção de forragem disponível. Através deste método é possível medir a frequência, cobertura, densidade e massa vegetal do estrato herbáceo. No interior da moldura estima-se as espécies presentes, sua cobertura e densidade (% em relação à área) e a massa vegetal através da remoção e pesagem da mesma após o corte e secagem em estufa de ventilação forçada ou forno micro-ondas (Cândido, 2011).

Embora o método direto com o corte da forragem seja mais preciso, apresenta algumas limitações, principalmente em áreas extensas por fornecer uma estimativa menos confiável sobre rendimento, sobretudo quando a variação de produção dentro da pastagem é grande e o aumento do número de amostras torna-se inviável. O aumento de gastos com mão de obra e equipamentos também podem tornar a operação mais trabalhosa e demorada, o que pode levar ao pesquisador por optar por diminuir o número de amostras, tornando a amostragem imprecisa. Quando possível a remoção do material, a limitação no caso seria a alta remoção de forragem na área pelo corte de grande número de amostras (Cunha, 2002).

Métodos Indiretos

Em face das limitações já discutidas sobre as estimativas diretas desenvolveu-se métodos alternativos que tornam mais fácil obter o número de amostras desejáveis sem tornar inviável o processo de avaliação. Essas alternativas são os métodos indiretos, que tem como característica principal a forma não destrutiva, ou seja, há a mínima remoção física da forragem. Os métodos indiretos são mais rápidos e podem ser utilizados em áreas grandes de pastagens (Cunha, 2002).

De acordo com Mannetjet (2000), mesmo que os métodos indiretos sejam menos precisos em comparação aos métodos diretos, os primeiros requerem menor tempo de observação e menos esforço físico por parte de quem está operando. Dessa forma, é possível realizar maior número de amostras em menos tempo e intensificar a amostragem.

Ressalta-se que na realização dos métodos indiretos são necessários o corte de algumas amostras, porém em menor número. Nesse caso é utilizada a técnica de dupla-amostragem (um método direto e outro indireto) para gerar uma calibração do referencial do método indireto utilizado. Dessa maneira, é importante que a calibração abranja as condições do pasto e massas de forragem onde o método indireto será utilizado (Frame, 1981 e Mannetjet, 2000). Os métodos indiretos que serão abordados neste capítulo, são:

- Estimativas Visuais;
- Método do Rendimento Comparativo;
- Método do Peso Seco Escalonado;
- Câmeras Fotográficas;
- Sensoriamento Remoto;
- Medidas Dendrométricas.

Estimativas Visuais

O método de avaliação através de estimativas visuais é tido como o mais simples dos métodos indiretos. Através deste método é possível fazer a estimativa quantitativa da forragem que está disponível. Embora pareçam

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

imprecisos, os resultados são confiáveis mediante treinamento por parte do observador (Gardner, 1986).

Esse método pode ser boa opção quando se quer determinar a produção de matéria seca por ser prático, rápido e de custo reduzido, tornando possível a avaliação de quantidade maior de amostras (Santos, 1997). Porém, segundo Haydock e Shaw (1975) esse método tem como desvantagem a alta variabilidade entre as amostras, resultando em dados menos precisos, sendo imprescindível maior quantidade de amostras. Assim, um observador treinado é de essencial importância, pois, segundo Frame (1981), é necessário que o mesmo saiba relacionar aquilo que observa com o que é conhecido e padronizado, para que possa fazer a inferência segura sobre a quantidade de massa de forragem presente na área que foi amostrada.

Embora exista um grau mais alto de subjeção e variação entre os observadores, esse método pode ser usado para resoluções, mediante treinamento e atenção. Frame (1981) relatou algumas vantagens que merecem ser citadas em relação ao método de estimativas visuais:

- Diminuição no aspecto quantitativo relacionado a trabalho e equipamentos, tempo e/ou recursos, resultando em menores custos oriundos do processo de amostragem;
- É possível o uso desse método em áreas pastejadas com animais ou em locais com acesso dificultado, onde a amostragem não seria realizada de maneira adequada quando utilizado o método direto;
- Realização da coleta de amostras em pequenas áreas, onde os métodos destrutivos prejudicariam a área amostral avaliada.

Método do Rendimento Comparativo

Este método foi proposto por Haydock e Shaw (1975), consiste na seleção de pontos que abrangem a amplitude da massa de forragem da pastagem que são classificadas com notas que variam de 1 a 5, conforme a variação da produção encontradas na área experimental.

O observador deverá caminhar de maneira aleatória dentro da área com o propósito de estabelecer a variação da disponibilidade de forragem. Dessa maneira será possível fazer a correta seleção dos padrões mínimo (nº 1) e máximo (nº 5). O quadro padrão de nº 1 indica a área de baixa produção e deve ser classificado primeiro, o segundo é o padrão de nº 5 que indica a máxima produção. Para a determinação de todos os padrões, é necessário a marcação de dois quadros similares no chão, um será cortado e outro marcado com uma estaca correspondendo ao respectivo número de produção (Gardner, 1986).

O próximo quadro padrão a ser cortado é o de número 3 que deve ter disponibilidade intermediária entre os quadros de nº 1 e 5 e assim dever ser feito com os demais quadros. Para o de nº 4, este deverá ter disponibilidade entre o de nº 3 e 5 e o quadro padrão de nº 2 com disponibilidade entre os de número 1 e 3. Após a realização dos padrões, os observadores devem examiná-los e observá-los cuidadosamente. Logo após, as amostras serão cortadas e recolhidas para secagem em estufa e feita a regressão entre o score visual e o peso da forragem calculada para cada observador.

Para fins de treinamento os observadores deverão ir para o campo e atribuir notas em escala contínua com base nos padrões observados. Os valores deverão ser comparados para diminuir as divergências que deverão ser menores que 0,2 na escala de 1 a 5. Por atribuir valores em uma escala contínua de 1-5 o processo de certa maneira é considerado simples e permite que correlações > 0,9 sejam alcançadas por observadores com pouca experiência ou treinamento. Segundo Tothill (1978) devem ser realizadas entre 50 e 100 estimativas visuais por piquete, estas devem ser feitas de maneira rápida em 20 a 30 minutos, tempo suficiente para cada observador realizar 100 amostras.

Método do Peso Seco Escalonado

Também conhecido por método do peso seco ordenado (Jones e Hargreaves, 1979) é realizado através de estimativas visuais e pode determinar tanto a composição botânica com base na área coberta por cada espécie, quanto a contribuição de cada espécie para a produção total de MS (Difante, 2003). Essa técnica é utilizada em pastagens heterogêneas com mais de uma espécie presente na área de estudo. Consiste em classificar as espécies em primeiro

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

(70%), segundo (20%) e terceiro (10%) lugar dependendo de sua participação na produção total de MS (Mannetjet e Haydock, 1963).

Vale ressaltar que é possível que haja uma espécie dominante que ocupe todos os lugares, descrito por Jones e Hargreaves (1979) como classificação cumulativa, ou seja, uma espécie pode ocupar a primeira e segunda classificação de dominância contribuindo com 90% da produção total, ou então ocupar as 3 colocações e apresentar 100% de dominância. É importante para a obtenção de estimativas confiáveis que haja um autotreinamento por parte do observador, com a seleção de quadros similares no campo. A seleção acontece da seguinte forma, a estimativa visual será feita dentro de um quadro e em outro quadro será realizado o corte. Após o corte, ocorrerá a separação das espécies, separação do material morto, a secagem e determinação da porcentagem de cada espécie presente na área amostral. Após isso, o observador deverá retornar ao campo para comparar os resultados com as suas estimativas visuais (Gardner, 1986). Segundo o autor, a realização dessa técnica torna-se complexa ou mesmo impossível em pastagens nativas devido à heterogeneidade das espécies que compõem a área. No entanto, feitas as devidas adaptações essa técnica tem sido utilizada em estudos na Caatinga (Moreira *et al.*, 2006).

Câmeras Fotográficas

Estudos de monitoramento e avaliação da vegetação de biomas através de imagens é uma atualização dos chamados mapas de vegetação. As fotografias de pastagens são ferramentas importantes para auxiliar no achado de possíveis alterações na vegetação e acompanhamento da diversidade das espécies presentes.

As imagens obtidas podem ser oriundas de simples câmeras fotográficas ou de equipamentos mais sofisticados. As fotografias aéreas são úteis para diferenciação entre tipos globais de vegetação como pastos, savanas e florestas. Contudo, se forem fotografias em preto e branco ou em pequena escala, não será possível fazer a diferenciação entre os tipos de pastagens, se rica em estrato herbáceo, qual a participação de dicotiledôneas herbáceas, etc (Cândido, 2011). De fato, fotografias aéreas geradas a partir de dispositivos sensoriados são mais utilizados, no entanto, através de fotos também é possível registrar a

abundância, riqueza e diversidade das espécies encontradas na área de estudo e analisar o status de conservação do ambiente e impactos provocados por ações humanas (Begon *et al.*, 2007).

Os estudos relacionados com câmeras fotográficas em sua maioria são mais voltados para o monitoramento da fauna ameaçada em diversos biomas. No caso de estudos com a Caatinga, existem alguns nessa área, já que não só a vegetação desse bioma está em risco, mais os animais também. Esse ponto é importante ressaltar, os animais que compõem a fauna da Caatinga exercem importante papel na conservação da biodiversidade em geral e também como dispersores de várias espécies de plantas nativas (Griz e Machado, 2001; Begon *et al.*, 2007).

As imagens abaixo apresentam o acompanhamento através de fotografias, das mudanças da vegetação que ocorreram na Caatinga após haver precipitação em poucos dias.

Figura 5 - Caatinga Arbustiva-arbórea em área de preservação. 23 de janeiro de 2018, ainda sem ocorrência de precipitação (5A). 29 de janeiro de 2018, 6 dias após a ocorrência de 3 dias seguidos de precipitação (5B).



Fonte: (Andrade, 2018).

A vantagem desse método além do acompanhamento de mudanças na pastagem pode tornar possível o monitoramento dos animais em pastejo e até mesmo do que está sendo apreendido, através de várias fotos por minuto ou até mesmo filmagens. Essa condição pode até certo ponto diminuir o uso de técnicas mais invasivas como, por exemplo, a fistulação de animais. Como desvantagem apresenta o alto valor dos equipamentos e dificuldade em encontrar pontos estratégicos para as fotos e filmagens.

Sensoriamento Remoto (SR)

Ao longo dos anos observou-se um constante aprimoramento em relação a novas tecnologias que tem como foco principal a representação e quantificação de áreas da superfície terrestre. É consenso entre meios acadêmicos e políticos que esses instrumentos são essenciais para auxiliar em diagnósticos finais relacionados ao meio ambiente, uma vez que essas tecnologias tem se tornado cada vez mais modernas e dinâmicas (Pacheco *et al.*, 2015).

Dentro desse contexto, é permitido afirmar que o uso do sensoriamento remoto como instrumento auxiliador na detecção de fenômenos meteorológicos, suporte em previsões de mudanças climáticas, no planejamento agrícola, urbano e ecológico, é uma ferramenta poderosa para a obtenção de informações necessárias ao manejo, gerenciamento e gestão de recursos naturais (Bezerra *et al.*, 2011). O desenvolvimento do sensoriamento remoto abriu um novo campo para o monitoramento das pastagens naturais.

Exemplos de produtos gerados a partir de dispositivos remotamente sensoriados são fotografias aéreas, imagens de satélites e radares, onde a energia registrada por esses instrumentos apresenta interações fundamentais entre os alvos e os sensores, que a partir da correta extração dos dados obtidos chega-se a informações concretas do alvo desejado (Freire e Pacheco, 2009). O SR funciona a partir do uso de imagens de satélite de observação da terra em associação a dados locais, mapas temáticos e pesquisas de campo, sendo então utilizados para examinar a natureza, apresentando como resposta a delineação e o mapeamento do objeto de estudo, gerando uma base confiável para o seu monitoramento no espaço e tempo (Pacheco *et al.*, 2015).

Portanto, os dados oriundos do SR têm o potencial de fornecer detalhadas informações sobre as propriedades da superfície da terra em escala regional ou a nível local, formando imagens do espectro eletromagnético além da região do visível. Com isso, é possível aprofundar-se na obtenção de dados de maior sensibilidade à região do infravermelho, como é o caso de estudos que envolvem a cobertura de vegetação (Pacheco *et al.*, 2015).

Segundo Ferreira *et al.* (2008), o interesse em obter informações geradas a partir de dados espectrais e dados referentes à vegetação no sentido qualitativo e/ou quantitativo, resultaram na criação de índices de vegetação, que são

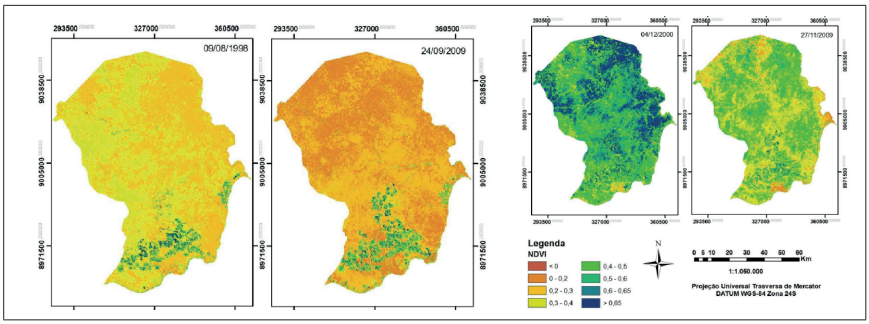
aplicados aos mais diversos biomas terrestres, entre eles a Caatinga. Assim, estudos realizados na Caatinga são imprescindíveis, já que é um dos biomas mais alterados e ameaçados devido ao uso inadequado e insustentável dos recursos naturais (Almeida *et al.*, 2009).

Dentre os índices de vegetação derivados de imagens de satélite, um dos mais utilizados na estimação de biomassa, cobertura vegetal e na detecção de mudanças de padrão de uso e cobertura do solo, é o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada – NDVI, que determina a densidade de fitomassa fotossinteticamente ativa por unidade de área (quanto maior for o índice de vegetação, mais densa é a fitomassa verde). À medida que aumenta a quantidade da vegetação verde, aumenta a reflexão na banda do infravermelho próximo e diminui a reflexão na banda do vermelho fazendo com que o aumento da razão seja potencializado, realçando assim a vegetação (Novo, 2011).

Para melhor compreensão, é importante destacar que a vegetação é caracterizada por uma intensa absorção de energia, devido à clorofila, na região do vermelho (0,63–0,69 μm) e por uma intensa energia refletida na região do infravermelho próximo (0,76–0,90 μm) causada pela estrutura celular das folhas. Se o objetivo central gerar o NDVI de uma imagem selecionada, só é necessário utilizar as bandas da imagem que atuam no comprimento de onda que corresponde à região do visível vermelho e ao infravermelho próximo (Melo *et al., 2*011). A Figura 6 foi extraída do trabalho realizado por Ferreira *et al.* (2013) que utilizaram o NDVI para analisar o comportamento da vegetação de Caatinga frente às condições climáticas no município de Sobral-CE. Juntamente com essa técnica de sensoriamento remoto, os autores utilizaram também dados climáticos no auxílio da interpretação dos resultados.

Através das imagens da Figura 6, foi possível observar no período seco (09/08/1998 e 24/09/2009) a presença de áreas com baixa atividade fotossintética, devido aos baixos valores de NDVI <0.3. Com relação ao NDVI gerado a partir das imagens do período chuvoso (04/12/2000 e 27/11/2009), estes apresentaram valores de NDVI superiores a 0.4, indicando maior concentração de folhas verdes, favorecendo o aumento das taxas fotossintéticas.

Figura 6 - NDVI do período seco (09/08/1998 e 24/09/2009) e chuvoso (04/12/2000 e 27/11/2009).



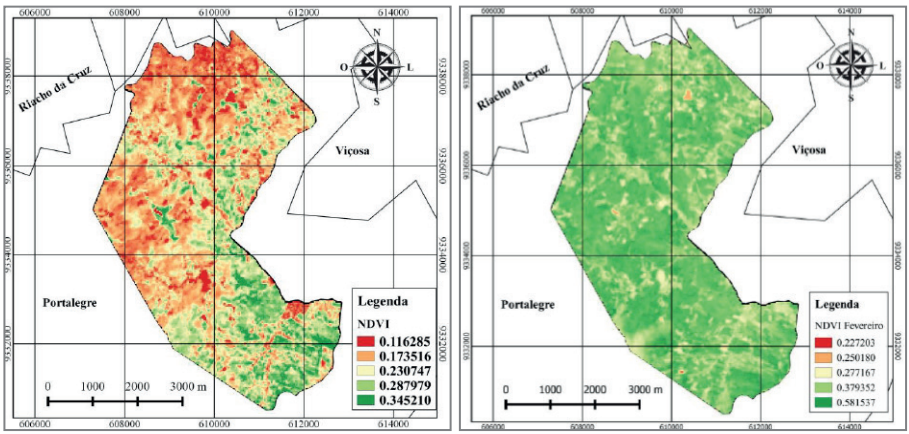
Fonte: (Ferreira *et al.*,2013).

Com uso do NDVI os autores observaram que o comportamento da Caatinga acompanhou os eventos de precipitações pluviométricas. Nos períodos de estiagem os valores de NDVI mantiveram-se baixos e nos períodos chuvosos os valores mantiveram-se elevados. Permitindo dizer que o NDVI mostrou-se sensível para mensurar a presença de folhas verdes no bioma, apresentando potencialidade para ser utilizado no monitoramento da vegetação de Caatinga nos períodos chuvosos.

Ferreira *et al.* (2016) utilizando o NDVI durante as épocas seca e chuvosa do ano na região da bacia hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró, no oeste do estado do Rio Grande do Norte, observaram uma grande variação da cobertura vegetal entre os períodos estudados, sendo possível verificar redução da cobertura vegetal durante o período de estiagem, sendo a vegetação predominante da área de espécies com características caducifólias.

Observaram também que o NDVI apresentou acréscimo de 68,46% da estação seca para a chuvosa, evidenciando a alta capacidade de crescimento vegetativo do bioma Caatinga em um curto espaço de tempo, em resposta à presença de umidade (Figura 7).

Figura 7 - Mapa do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para o período de estiagem (novembro de 2015), (à esquerda). Mapa do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para o período de estiagem (fevereiro de 2016), (à direita).



Fonte: (Ferreira *et al.,* 2016).

Para o sensoriamento remoto ser bem-sucedido é fundamental que o interpretador das imagens esteja familiarizado com a ecologia da pastagem a ser monitorada. São necessárias estações de medição local para a correlação dos dados observados com as técnicas de sensoriamento remoto (Cândido, 2011). Plataformas digitais voltadas ao monitoramento da Caatinga são ferramentas importantes na tomada de decisões por parte de pesquisadores e autoridades políticas que visem a manutenção e preservação desse bioma. Um exemplo é a plataforma SIMACaatinga onde pode ser observado a previsão de precipitação para os estados em que há vegetação de Caatinga. A plataforma SIMACaatinga é um sistema de monitoramento e alerta para a cobertura vegetal do bioma e facilita o acompanhamento da cobertura vegetal do bioma e fornece alertas sobre a seca. Os dados são obtidos através de mapas históricos do monitoramento da vegetação e imagens de satélite, sendo possível também o acesso de mapas de ocorrência das chuvas gerados para cada mês com dados sobre a escassez ou o excesso hídrico (Portal Brasil, 2017).

Dendrometria

A dendrometria é um ramo da ciência florestal que se encarrega da determinação ou estimação dos recursos florestais, quer seja da própria árvore ou do

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

próprio povoamento, com o objetivo de predizer o incremento e a produção de um referido recurso florestal, surgindo para atender objetivos específicos, seja eles comerciais, de ordenação florestal e pesquisas. Utiliza-se medidas diretas como: diâmetro à altura do peito (DAP), circunferência à altura do peito (CAP), comprimento de toras, espessura das cascas, número de anéis de crescimento, altura de árvores abatidas, etc.

As medidas indiretas envolvem: altura da árvore em pé, área basal e diâmetro a várias alturas. As medidas estimadas são tomadas de áreas amostrais e extrapoladas para o conjunto total através de nanogramas, curvas, equações e tabelas (Silva e Paula Neto, 1979).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por ser o único bioma exclusivamente brasileiro, a Caatinga precisa ser mais conhecida e valorizada. A adoção de diferentes métodos de avaliação de forragem faz-se necessário, pois ela é um bioma que apresenta vegetação heterogênea. A utilização dos métodos de avaliação da vegetação nem sempre são padronizados, mas são importantes na tomada de decisões relacionadas ao manejo a ser adotado.

Para tal, é importante o repasse das informações aos produtores, do potencial das espécies de valor forrageiro. A Caatinga é um bioma espetacular, cheia de riquezas ainda não conhecidas. Os métodos de avaliação podem fornecer informações importantes, ajudando na sensibilização da população, na valorização da fauna, da flora e dos recursos naturais da Caatinga, bem como na estimativa da disponibilidade de forragem ao longo do ano, permitindo adotar-se estratégias de manejo sustentável da pastagem nativa.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S.A.S.; FRANÇA, R.S.; CUELLAR, M.Z. Uso e ocupação do solo no Bioma Caatinga do Estado do Rio Grande do Norte. **Anais...** XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal – RN, Brasil pp. 5555-5561, 25 a 30 de abril de 2009.

ARAÚJO FILHO, J. A. *et al.* **Sistema de produção agrossilvipastoril no Semiárido do Ceará. Fortaleza:** Secretaria de Recursos Hídricos, 33p. 2010.

ARAÚJO FILHO, J.A. de. **Manejo pastoril sustentável da caatinga.** Recife, PE: Projeto Dom Helder Câmara, 200p. 2013.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **A natureza da predação**. *In*: Ecologia de indivíduos a ecossistemas.4ª ed. Artmed, Porto Alegre, 2007.

BEZERRA, M.V.C. *et al.* Avaliação dos efeitos atmosféricos no albedo e NDVI obtidos com imagens de satélite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v.15, p.709-717, 2011.

CÂNDIDO, M.J.D. **Manejo de pastagens naturais,** 187p. 2011.

CUNHA, W.F. **Métodos para estimativa de massa de forragem em pastagens de *Cynodon* spp**. Dissertação de Mestrado - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 58 p, 2002.

DAVIS, T.A.W; RICHARDS, P.W. The vegetation of moraballi creek, British Guiana: an ecological study of a limited area of Tropical Rainforest. Part I. **Journal of Ecology,** n.21, p.350-384, 1933.

DAVIS, T. A.W; RICHARDS, P.W. The vegetation of moraballi creek, British Guiana: an ecological study of a limited area of Tropical Rainforest. Part II. **Journal of Ecology,** n.22, p.106-155, 1934.

DIFANTE, G. S. **Considerações sobre as técnicas de amostragem para avaliação da massa forrageira em pastagem**. 2003.

DURIGAN, G. **Métodos para análise de vegetação arbórea.** p. 455-478. *In***:** Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Curitiba: Universidade Federal do Paraná e Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2003.

FERREIRA, L.G. *et al.* Sensoriamento remoto da vegetação: evolução e estado-da-arte. **Acta Scientiarum Biological Sciences,** v. 30, n. 4, p. 379- 390, 2008.

FERREIRA, H.S. *et al.* Aplicação de técnicas de sensoriamento remoto para monitorar o comportamento da vegetação de Caatinga frente às condições climáticas no município de Petrolina – PE. **Anais...** XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

FERREIRA, L.L.N. *et al.* Índice de Vegetação por Diferença Normalizada em distintas épocas do ano em zona de recarga à barlavento**. II Workshop de Manejo da Água de Qualidade Inferior.** Primeiro Encontro do Projeto Casadinho -PROCAD/ UFERSA/ESALq /UFV. Dezembro de 2016, 06 a 09 de novembro, Mossoró-RN.

FRAME, J.P. **Herbage mass, Sward measurement handbook British Grassland Society**/Grassland Research Institute, Hurley, Maidenhead, Berkshire, UK, p.39-69, (eds.), 1981.

FREIRE, N.; PACHECO, A. **Desertificação: Mapeamento e Análise.** Editora da **UFPE**: Recife, 2009.

GARDNER, A.L.; Técnicas de pesquisa em pastagens e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção. **INCA/EMBRAPA**, v.1, 197 p. 1986.

GRIZ, L.M.S., MACHADO, I.C. S. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, n.17, p.303-321, 2001.

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

HAYDOCK, K.P.; SHAW, N.H. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v.15, p.663-670, 1975.

HOLMGREN, P.K. *et al.* **Index Herbariorum.** New York Botanical Garden, USA. 693 p. 1990.

JONES, R.M.; HARGREAVES, J.N.G. Improvements to the dry-weight-rank method for measuring botanical composition. **Grass and Forage Science,** v.34, p.181-189, 1979.

LEMOS, J.R. **Florística, estrutura e mapeamento da vegetação de caatinga da estação ecológica de Aiuba, Ceará.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo-USP. 142p, 2006.

MANNETJET, L.; HAYDOCK, K.P. The dry-weight-rank method for the botanical analysis of pasture. **Journal of the British Grassland Society.,** v.18, n.4, p.268-275, 1963.

MANNETJET, L. **Measuring biomass of grassland.** *In*: Field and laboratory methods for grassland and animal production research. Wallingford: CAB International, p.151-177, 2000.

MELO, E.T.; SALES, M.C.L.; OLIVEIRA, J.G.B. Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para análise da degradação ambiental da microbacia hidrográfica do Riacho dos Cavalos, Crateús-CE. RA´E GA, **O espaço Geográfico em Análise,** n.23, p.520-533, 2011.

MENDES, M.R.A. **Florística e fitossociologia de um fragmento de caatinga arbórea, São José do Piauí, Piauí.** Dissertação de Mestrado-Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, 111p. 2003.

MOREIRA, J. N. *et al.* Caracterização da vegetação de Caatinga e da dieta de novilhos no Sertão de Pernambuco**. Pesquisa Agropecuária Brasileira.,** v.41, n.11, p.1643-1651, 2006.

MORO, M.F.; MARTINS, F.R. **Métodos de Levantamento do Componente Arbóreo-Arbustivo**. *In*: Fitossociologia no Brasil. Métodos e estudos de caso. (eds).174**-**208 p. 2011.

MOTA, N.F.O; PAULA, L.F.; VIANA, P.L. **Guia prático para métodos de campo para estudos de flora.** Bocaina Biologia da Conservação. 2ª. Edição -Belo Horizonte, MG. 2014.

NOVO, E.L.M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações.** 4. ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2011. 388p.

PACHECO, A.P.; FREIRE, N.C.F.; SILVA, J.B. **SENSORIAMENTO REMOTO E MEIO AMBIENTE.** A contribuição do Sensoriamento Remoto para o estudo do bioma Caatinga, Capítulo 3, 16p. 2015.

PORTAL BRASIL- **SIMACaatinga.** Disponível em: http://lapismet.com/SIMACaatinga/index.php. Acesso em: 23.06.2025.

RAMALHO, C.I. *et al.* Flora arbóreo-arbustiva em áreas de Caatinga no semiárido baiano, Brasil. **Revista Caatinga,** v.22, n.3, p.178-186, 2009.

RICHARDS, P.W. **The tropical rain forest.** Cambridge: Cambridge University Press, 1957.

SABINO, F.G.F. *et al.* Estrutura da Vegetação em Dois Fragmentos de Caatinga Antropizada na Paraíba. **Floresta e Ambiente**, n. 23, v.4, p. 487-497, 2016.

SANTOS, M.V.F. **Métodos agronômicos para estimativa de consumo e de disponibilidade de forragem na Zona da Mata.** Viçosa-MG, 155 pp. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.

SILVA, J.A.A.; PAULA NETO, F. **Princípios Básicos da Dendrometria.** Universidade Rural de Pernambuco. Departamento da Ciência Florestal, 1979. 191p.

SOUZA, J.A.N.; RODAL, M.J.N. Levantamento florístico em trecho de vegetação ripária de Caatinga no Rio Pajeú, Floresta/Pernambuco-Brasil. **Revista Caatinga,** v.23, n.4, p.54-62, 2010.

TOTHILL, J.C. **Measuring botanical composition of grasslands**. In "Measurement of Grassland Vegetation and Animal Production". Ed. L. 't Mannetje. Commonw. Bur. Past. Fld Crops, Hurley, Berks, England, 1978.

VIANA, P.L.; LOMARDI, J.A. Florística e caracterização dos campos rupestres sobre canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia,** n.58, p.159**-**177, 2007.

05

QUALIDADE DA SILAGEM E SEGURANÇA ALIMENTAR DOS ANIMAIS

Shirlenne Ferreira Silva
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Clara Beatriz Marques da Silva Xavier
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Maysa Callado Moura
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Samila Barbosa Lisboa
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Francinaldo Nunes Pessoa Filho
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Andreza Maria Ribeiro da Cruz
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Vanessa Karyne Atenas dos Santos
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Leilianny Alencar da Silva
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Maria Beatriz Lima Fontana
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

George Campos de Brito Vieira
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

10.37885/250719772

RESUMO

A silagem é uma alternativa estratégica de conservação de forragem, amplamente utilizada em diversos sistemas de produção animal. A qualidade da silagem está diretamente relacionada à sua composição química, à fermentação adequada e à ausência de contaminantes microbiológicos, sendo todos esses fatores determinantes para a segurança alimentar dos animais. Durante o processo de ensilagem, elementos como teor de matéria seca, pH, compactação, estágio de maturação da planta, clima e manejo do silo influenciam a eficiência da fermentação e a estabilidade aeróbia. A deterioração da silagem, geralmente ocasionada pela exposição ao oxigênio, favorece o crescimento de microrganismos indesejáveis como fungos e leveduras, resultando em perdas nutricionais, menor ingestão voluntária pelos animais e redução no desempenho produtivo. Além disso, a presença de micotoxinas como aflatoxinas, zearalenona e desoxinivalenol produzidas por fungos dos gêneros *Aspergillus, Fusarium* e *Penicillium*, representa um risco significativo à saúde animal e humana. A produção de silagens seguras requer, o uso de matérias-primas de boa qualidade, manejo adequado durante a ensilagem e armazenamento, assim como o monitoramento constante da integridade da mesma. Inovações como o uso de aditivos fermentativos e subprodutos agroindustriais têm mostrado-se eficazes na melhoria da estabilidade, valor nutricional e sustentabilidade da silagem. A adoção dessas práticas tecnológicas, aliadas à medidas de controle sanitário, contribui significativamente para a eficiência dos sistemas pecuários modernos e para a promoção da saúde pública.

Palavras-chave: Aditivos; controle sanitário; micotoxinas; sanidade animal.

INTRODUÇÃO

Durante o crescimento, as forrageiras estão naturalmente inoculadas com uma variedade ampla de fungos e bactérias (Reis e Silva, 2011). Durante a ensilagem, erros durante o processo podem gerar condições para o desenvolvimento acentuado de microrganismos que influenciam no valor nutritivo, reduzem o conteúdo celular e produzem micotoxinas que causam efeitos negativos no metabolismo animal. Em estudo conduzido no sudoeste do Paraná, 30 amostras de silagem de milho apresentaram contaminação por ao menos uma micotoxina, incluindo aflatoxinas, zearalenona, deoxinivalenol e fumonisinas, ainda que nem "todas tenham excedido os limites legais" (Gehl *et al.,* 2022).

A qualidade da silagem é dependente da competição entre diferentes grupos de microrganismos. Com a ocorrência e prevalência de fermentações indesejáveis dentro do silo, há o desenvolvimento de microrganismos que realizam fermentações secundárias que contribuem para silagem de má qualidade, gerando sérios impactos na segurança alimentar e na saúde dos animais (Driehuis e Elferink, 2000). Em especial à saúde humana, por meio da ingestão de produtos de origem animal contaminados com resíduos de micotoxinas como a aflatoxina M1 (AFM1). Estudos brasileiros detectaram AFM1 em diversas amostras de leite e derivados, inclusive após tratamento térmico (Magalhães e Sola, 2021).

No que diz respeito aos fungos, as próprias condições de anaerobiose e baixo pH não são propícias para o aparecimento de grande parte destes. No entanto, se o silo for aberto por muito tempo ou houver perfurações na lona que o recobre, há a possibilidade de desenvolvimento destes microrganismos, principalmente nas partes do silo que estão em mais contato com o ar (Cavallarim *et al.,* 2011).

Nesse caso, a silagem exposta ao ar passa a ter atividade intensa de bactérias, leveduras e fungos, provocando mudanças na sua composição química, como a perda de matéria seca, açúcares residuais e ácido lático que são utilizados como substratos para oxidação, resultando em deterioração aeróbia (Driehuis e Elferink, 2000). Dessa forma, o objetivo deste estudo foi elencar fatores da qualidade e manejo da silagem que podem colocar em risco a segurança alimentar de animais.

DESENVOLVIMENTO

Fatores que influenciam na qualidade da silagem

A técnica de ensilagem possibilita a conservação do alimento em ambiente anaeróbico, mantendo o valor nutricional do mesmo quando o processo de fermentação ocorre de maneira adequada no interior do silo. Entretanto, para uma correta fermentação e posterior conservação do alimento, ele deve ser ensilado com conteúdo de MS que deve estar entre 300 g/kg e 350 g/kg, conforme Wilkinson e Muck (2019) e deve-se buscar e manter a anaerobiose no interior do silo. Silagens de boa qualidade devem apresentar valores mínimos de matéria seca entre 30 e 35%, proteína bruta entre 7 e 10% e nutrientes digestíveis totais acima de 70%.

A mensuração do conteúdo de MS é extremamente importante antes da ensilagem, pois, baixos teores desta variável favorecem proliferação de microrganismos indesejáveis no interior do silo, assim como a quantidade acima do recomendado dificulta a compactação do material, favorecendo a permanência do oxigênio residual o qual irá prejudicar a conservação da silagem (Santana *et al.,* 2019).

Para minimizar as perdas por efluentes, é importante que o teor de matéria seca seja correto, ou seja, no momento da ensilagem a planta deve ter em média 35% de MS. A presença de umidade aumenta a produção de efluentes, e o processo de ensilagem, desde a forma de colheita, processamento, estádio de maturação da planta, dentre outros, se realizados de forma incorreta, podem contribuir para a produção de efluentes. Uma maneira de evitar isso é realizar o emurchecimento na planta antes de ensilar, para que os nutrientes não lixiviem (França *et al.,* 2014).

Fatores como as altas temperaturas e a presença de chuva influenciam no teor matéria seca (Weinberg *et al.,* 2001), logo, observar o clima durante o processo da ensilagem é essencial, para que a presença de água durante o enchimento não influencie a massa ensilada, e a temperatura elevada não influencie na secagem do material e reduza o valor mínimo de água na planta. Adesogan e Newman (2014) relataram aumento de até 12°C em relação à temperatura da

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

silagem na colheita é aceitável, dessa forma, altas temperaturas e chuva causam perdas de matéria no processo de ensilagem.

Com relação aos valores de pH, uma silagem de boa qualidade deve apresentar pH de 3,8 a 4,2 (Jobim *et al.,* 2007). A queda do pH ao longo do tempo de fermentação é influenciado pela capacidade tamponante da planta forrageira, muito encontrado em leguminosas, porém esse efeito tamponante não impede a redução do pH para valores abaixo de 4,5 (Santana *et al.,* 2019).

Segundo Macêdo e Santos (2019), a qualidade da silagem a ser fornecida aos animais é influenciada por fatores como ponto de colheita, adubação de base e de cobertura, época de semeadura, híbrido, entre outros. Além dos fatores a respeito do cultivo do milho, tem-se os do processo de ensilagem como a máquina utilizada na colheita, dimensionamento do silo, compactação do material ensilado e vedação. De acordo com Santos *et al.* (2009), o tamanho das partículas tem impacto direto na eficiência da compactação da silagem. Quanto maior for a pressão aplicada durante esse processo, mais favoráveis serão as condições fermentativas, garantindo maior qualidade ao material ensilado (Tan, Dalmis e Koc, 2017).

A eficiência da compactação pode ser influenciada por diversos fatores operacionais, como destacam Wilkinson e Muck (2019), e também Tan, Kayisoglu e Okur (2018). Entre os principais aspectos estão: pressão aplicada, tempo de compressão e a experiência do operador. Um fator relevante a ser considerado é o teor de Fibra em Detergente Neutro (FDN), que está diretamente relacionado à qualidade nutricional da silagem e ao consumo pelos animais Ballard *et al.* (2001). O FDN possui relação inversa com a ingestão: quanto maior seu valor, menor será o consumo de silagem pelos animais, em virtude da redução na digestibilidade e no tempo de retenção ruminal (Mroginsk *et al.*, 2019).

Somando-se aos cuidados acima descritos, a escolha da cultura a ser ensilada é fator primordial na determinação da qualidade da silagem que será obtida. A cultura do milho é considerada como referência para obtenção de silagens de boa qualidade, seguida pela cultura do sorgo. Esta encontra-se em crescente disseminação pelas regiões do Brasil, segundo Severo *et al.* (2024) devido à sua maior tolerância a estiagens (Alves *et al.,* 2022) e menor custo operacional de produção (Paula, 2021) quando comparada à lavouras de milho (Nunes e Leite, 2024).

Efeitos da deterioração aeróbia na qualidade da silagem

A produção de silagem envolve a fermentação anaeróbia de forragens úmidas, realizada por bactérias ácido-láticas que transformam carboidratos solúveis em ácido lático. Esse processo reduz o pH do material, inibindo microrganismos deteriorantes e garantindo a conservação da massa ensilada. Após a abertura do silo, a exposição ao oxigênio pode comprometer a estabilidade do produto, sendo essencial manejo adequado e uma silagem de boa qualidade para minimizar perdas e manter o valor nutritivo (Kung Jr *et al.,* 2018).

O manejo correto do silo é crucial para minimizar as perdas causadas pela deterioração da silagem. Durante a fase de desabastecimento, os fatores que mais contribuem para essa deterioração, são o avanço inadequado na remoção da massa ensilada e o tempo prolongado de exposição da silagem ao oxigênio (Mendonça, 2020).

A principal consequência da deterioração aeróbia é a perda de matéria seca (MS) e, consequentemente, de energia. Leveduras e, posteriormente, fungos utilizam açúcares e outros carboidratos solúveis como substrato para sua respiração, liberando dióxido de carbono (CO_2), água e calor. Essas perdas podem variar significativamente, mas são uma das maiores responsáveis pela redução do valor nutricional da silagem, e o manejo inadequado do silo pode aumentar a extensão das perdas por área (Mendonça, 2020).

Consequentemente, a deterioração aeróbica reduz a ingestão de MS causada pelo acúmulo de produtos resultantes da degradação ou alterações nos compostos voláteis, além de provocar prejuízos econômicos elevados resultantes da diminuição no consumo da silagem e do baixo desempenho animal (Lindgren *et al.,* 1988; Reis *et al.,* 2008). Além disso, Peng *et al.* (2024) reforçam que a rápida acidificação inicial é crucial para controlar o crescimento de microrganismos que causam perda de nutrientes.

A alteração da composição química e o desenvolvimento de odores e sabores desagradáveis devido à atividade de leveduras e bactérias aeróbias resultam na redução da palatabilidade da silagem, podendo causar diminuição do consumo pelos animais, o que impacta diretamente seu desempenho produtivo (ganho de peso, produção de leite). Consequentemente com maior estabilidade aeróbica, pode melhorar a palatabilidade do subproduto (Xie *et al.,* 2022).

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

Segundo Wichert *et al.* (1998) e Bolsen *et al.* (2002), silagens que foram expostas ao ar por vários dias levam à diminuição no consumo de volumoso em cerca de 10 a 20% em comparação com a silagem fresca. Quando a estabilidade aeróbia é baixa ou a fermentação é inadequada, há o risco de deterioração por clostrídios e a detecção de ácido butírico. A presença de ácido butírico é uma alteração química direta que indica uma fermentação de má qualidade, a qual está associada à menor estabilidade aeróbia (Peng *et al.,* 2024).

Gerlach *et al.* (2013) avaliando o efeito da deterioração aeróbia de silagens de milho na ingestão de matéria seca de cabras Saanen, observaram que a concentração de ácido lático diminuiu significativamente em todas as silagens de milho durante a exposição aeróbia sendo quase esgotada após o oitavo dia (Tabela 1), o que pode ser atribuído à intensa atividade de leveduras, como também observaram um declínio semelhante na concentração de ácido acético e carboidratos solúveis.

Tabela 1 - Composição química de silagens de milho durante oito dias de exposição aeróbia (g kg^{-1} MS).

Parâmetros	Dia 0	Dia 2	Dia 4	Dia 6	Dia 8
Proteína bruta	75	76	76	75	76
CHOS	17a	18a	15a	9b	11b
Ácido lático	58a	61a	49a	15b	8,0b
Ácido acético	13a	12a	9,0 b	6,0b	3,0b
Etanol	6,2a	5,5a	4,3b	0,6c	0,1c
pH	3,9c	4,0c	4,2b	5,4a	5,8a

CHOS = carboidratos solúveis.

Fonte: Adaptada de Gerlach *et al.* (2013).

Os autores observaram também um declínio significativo na ingestão de MS após quatro dias de exposição aeróbia. Depois de oito dias de exposição, a diminuição média na ingestão foi de 53% em comparação à ingestão de silagens frescas. Como mostraram Peng *et al.* (2024), a silagem com ótima estabilidade aeróbia desenvolveu ambiente ácido estável, o que sugere a melhor preservação da composição química e a minimização de perdas nutricionais durante o armazenamento e a exposição ao ar.

Tipos de micotoxinas e seus efeitos

Essa condição representa um risco crescente para a proliferação de microrganismos potencialmente patogênicos ou indesejáveis que produzem toxinas, como fungos, enterobactérias, bactérias do gênero *Listeria (Listeria monocytogenes)*, do gênero *Clostridium* (*Clostridium botulinum)* e espécies de *Aspergillus* que apresentam graves ameaças à qualidade do leite e da saúde animal (Tabacco *et al.,* 2011).

As micotoxinas, produzidas principalmente por fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium*, não apenas causam sinais clínicos evidentes, mas também provocam efeitos subclínicos persistentes, como a redução da absorção de nutrientes e alterações nos parâmetros bioquímicos, mesmo em baixas concentrações. Essas toxinas podem influenciar o metabolismo energético, o balanço nitrogenado e a imunocompetência dos bovinos (Batista *et al.,* 2024).

Dentre as micotoxinas mais estudadas e de maior importância econômica podem ser citadas as Aflatoxinas, Zearalenona e Desoxinivalenol, e sua ocorrência conjunta é comum na rotina de propriedades leiteiras. Em levantamento nacional, foram detectadas aflatoxinas, DON, fumonisinas e zearalenona em silagens de milho prontas para uso em vacas leiteiras, indicando a importância de análises multirresíduo no monitoramento da qualidade (Gehl *et al.,* 2022).

As aflatoxinas possuem propriedades carcinogênicas, mutagênicas e teratogênicas, sendo motivo de grande preocupação, pois causam danos graves à saúde humana, além de representarem risco à segurança alimentar, pois podem ser transferidas para o leite na forma de aflatoxina M1, após a biotransformação hepática da aflatoxina B1 ingerida pelos ruminantes (Magalhães e Sola, 2021). A Zearalenona (ZEA) é produzida por diversas espécies de fungos do gênero *Fusarium*, incluindo *F. culmorum, F. graminearum*, como também *F. equiseti e F. crookwellense* (Bennett e Klich, 2003).

Considerada uma micotoxina estrogênica que afeta negativamente a reprodução bovina, causando distúrbios como cistos ovarianos, edema vulvar, retorno irregular ao estro, abortos e queda na taxa de concepção. Sua estrutura permite ligação com receptores estrogênicos em tecidos reprodutivos, provocando desequilíbrios hormonais que comprometem a eficiência reprodutiva do rebanho (Aguiar, 2021).

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

A micotoxina Desoxinivalenol (DON) é mais encontrada em grãos de cevada, sendo produzida principalmente pelo fungo de campo *Fusarium graminearum*. A exposição de pessoas e animais ao DON através de alimentos contaminados pode causar efeitos imunossupressores, neurotóxicos, embriotóxicos e teratogênicos (Petska, 2007). Além disso, estudos recentes destacam que o DON compromete a função imune dos ruminantes e reduz a ingestão voluntária de alimento, enquanto a zearalenona tem ação estrogênica e pode afetar a fertilidade. Já as aflatoxinas estão entre as mais hepatotóxicas e podem contaminar o leite por meio da aflatoxina M1 (Ogunade *et al.,* 2018). As principais micotoxinas e os seus efeitos nos animais estão listados na Tabela 2.

Tabela 2 - Principais efeitos provocados por micotoxinas presentes em silagens em animais de produção.

Micotoxinas	Efeito nos animais
Aflotoxina	Comprometimento hepático
Ocratoxina	Perda de peso
Deoxinivalenol	Baixo consumo, recusa de alimento
Thicotene T-2	Baixo consumo, recusa de alimento
Zearalenona F-2	Distúrbios reprodutivos
Slaframina	Diarreia

Fonte: Adaptado de Jobim *et al.* (2001).

Critérios de qualidade e segurança alimentar para animais

A nutrição de elevado padrão constitui o fundamento essencial para maximizar a produtividade e promover o bem-estar dos animais. A produção de silagem demanda precisão em fatores agronômicos e fermentativos para garantir qualidade nutritiva e sanitária (Paula, 2021). Em contextos de sistema de produção animal, especialmente o intensivo, a silagem destaca-se como fonte crucial de forragem, especialmente durante épocas de baixa disponibilidade de pastagens.

Entretanto, para que a silagem desempenhe sua função de maneira eficaz, é imperativo que obedeça a exigências estritas de qualidade e de segurança alimentar. A incidência de contaminantes, processos de fermentação inadequados

ou deficiências nas práticas de armazenamento podem prejudicar não apenas a saúde dos animais, mas também a eficácia da produção.

A excelência da silagem é influenciada por uma série de elementos ligados tanto à matéria-prima utilizada quanto ao método de ensilagem empregado, além das condições sob as quais é armazenada. A matéria-prima pode ser reconfigurada como o elemento essencial ou fundamento primordial empregado na produção de bens ou na execução de processos. É imperativo empregar forragens de elevado valor nutricional, colhidas no estágio ótimo de maturação. Plantas excessivamente maduras apresentam uma diminuição na digestibilidade, o que resulta em uma dificuldade para a compactação.

A umidade do solo inferior a 28% propicia condições favoráveis para a ocorrência de perdas ocasionadas por efluentes e por processos de fermentação indesejada. Um teor de umidade superior a 40% compromete o processo de compactação, elevando assim o risco de degradação aeróbica. Silagens de elevada qualidade apresentam coloração que varia entre o verde e o amarelo, exibe aroma ácido e agradável, isento de odores desagradáveis de decomposição, e possuem textura fibrosa, mas com umidade adequada. A segurança alimentar diz respeito à salvaguarda de que os alimentos não apresentem riscos à saúde dos animais, o que, por sua vez, assegura a proteção do consumidor humano em sistemas produtivos de carne, leite e ovos.

A detecção de microrganismos, tais como *Salmonella spp*., *Listeria monocytogenes* e *Clostridium spp*., é um aspecto relevante a ser considerado. Isso pode culminar em condições patológicas severas nos animais. A adequada fermentação da silagem inibe eficazmente a proliferação desses patógenos. Toxinas geradas por fungos, como *Aspergillus*, que produz *aflatoxinas*, e pelo *Fusarium*, responsável pela zearalenona e fumonisinas, são frequentemente encontradas em alimentos inadequadamente armazenados. Essas substâncias exercem impacto negativo sobre a imunidade dos animais, ao mesmo tempo em que comprometem tanto sua produtividade quanto sua capacidade reprodutiva.

Assegurar tanto a qualidade quanto a segurança dos alimentos destinados à alimentação animal constitui um dos fundamentos essenciais da produção pecuária sustentável. A silagem, quando elaborada e gerida de maneira adequada, constitui um recurso alimentar seguro, econômico e altamente eficaz. Entretanto, a negligência durante as etapas do processo de produção pode

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

ocasionar prejuízos financeiros, a propagação de doenças no rebanho, e até mesmo situações de risco à saúde pública. Portanto, a vigilância constante da silagem, em conjunto com a implementação de boas práticas agrícolas e o rigoroso controle laboratorial, são essenciais para a prosperidade dos sistemas agropecuários contemporâneos.

Perspectivas e inovações para melhoria da qualidade da silagem

A produção de silagem enfrenta desafios como perdas fermentativas e exposição ao oxigênio, que comprometem sua qualidade. Para superar esses problemas, novas tecnologias têm sido aplicadas, como inoculantes, filmes de barreira ao oxigênio e o uso de resíduos agroindustriais. Essas inovações visam melhorar a conservação, o valor nutricional e a eficiência da silagem, tornando-a mais adequada às exigências da pecuária atual.

De acordo com Ferrari Júnior *et al.* (2009) a aplicação de aditivos durante o processo de ensilagem pode diminuir os efeitos negativos associados à fermentação, ao alterar o processo fermentativo, a composição química e o valor nutritivo da silagem. No caso específico das gramíneas, como as capineiras, a adição de aditivos é essencial para elevar o teor de matéria seca e de carboidratos solúveis, favorecendo a conservação adequada do material ensilado (Rodrigues *et al.,* 2005).

Além disso, outra tecnologia inovadora que vem sendo utilizada são os subprodutos agroindustriais, que são incorporados como aditivos na ensilagem de gramíneas com o objetivo de aumentar o teor de matéria seca, melhorar o valor nutritivo da silagem e, consequentemente, o desempenho dos animais. Estudos como o de Chen *et al.* (2021) demonstraram que a adição de casca de alho contribuiu positivamente para a qualidade fermentativa do material ensilado. De forma semelhante, outra pesquisa também evidencia que o uso desses coprodutos pode otimizar a fermentação e o valor nutricional das silagens de gramíneas (Lustosa *et al.,* 2022).

A crescente adoção de aditivos agroindustriais representa uma solução sustentável ao transformar resíduos em insumo valioso na alimentação animal. Estudos recentes confirmam que essas práticas promovem economia e reduzem impactos ambientais, sem comprometer o desempenho zootécnico (Bizzuti,

2019). Dessa forma, os subprodutos agroindustriais consolidam-se como componentes estratégicos na ensilagem moderna, alinhando eficiência nutritiva, sustentabilidade e viabilidade econômica para a pecuária contemporânea.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade da silagem é um elemento determinante para o sucesso de sistemas pecuários intensivos e sustentáveis. A má condução no processo de ensilagem pode resultar em perdas econômicas significativas, prejuízos ao desempenho animal e riscos à saúde humana. A adoção de tecnologias inovadoras, aliada à aplicação de boas práticas agrícolas e ao monitoramento rigoroso, são essenciais para garantir a segurança alimentar. Nesse contexto, a silagem deve ser considerada não apenas como fonte de alimento volumoso, mas como insumo estratégico, cuja qualidade impacta diretamente na eficiência produtiva e na sanidade do rebanho e dos agentes humanos envolvidos.

REFERÊNCIAS

ADESOGAN, A. T., NEWMAN, Y. CSilage harvesting, storing and feeding. IFAS Extension, **University of Florida**, Gainesville, 2014.

AGUIAR, M. H. S. **Zearalenona (ZEA) e seus efeitos na reprodução de bovinos.** 2021. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2021.

ALVES, H. K. M. N. *et al.* Uma abordagem sobre práticas agrícolas resilientes para maximização sustentável dos sistemas de produção no Semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 1, p. 373-392, 2022.

BALLARD, C. S. *et al.* Effect of corn silage hybrid on dry matter yield, nutrient composition, in vitro digestion, intake by dairy heifers, and milk production by dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 84, n. 2, p. 442-452, 2001.

BATISTA, L. H. C. *et al.* Effects of feeding mycotoxin-contaminated diets and the use of an adsorbent on the intake, digestibility, rumen fermentation, nitrogen balance and physiological parameters in the blood of Nellore steers. **Animal Feed Science and Technology**, v. 307, p. 115835, 2024.

BENNETT, J.W.; KLICH, M. Mycotoxins. **Clinical Microbiology Review,** v.16, n.3, p. 497-516, 2003.

BIZZUTI, B.E. **Sustentabilidade da produção: uso de subprodutos agroindustriais na produção de pequenos ruminantes.** 2019. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

BOLSEN, K.K., WHITLOCK, L.A.; URIARTE-ARCHUNDIA, M.E. Effect of surface spoilage on the nutritive value of maize silage diets. **Proceedings XIII International Silage Conference.** Auchinruive, UK, p. 76-77, 2002.

CAVALLARIN, L. *et al.* Aflatoxin accumulation in whole crop maize silage as a result of aerobic exposure. **Journal Science Food Agriculture,** n.91, p. 2419-2425, 2011.

CHEN, J *et al.* **The nutritional applications of garlic (Allium sativum) as natural feed additives in animals**. PeerJ, v. 9, p. e11934, 10 ago. 2021.

DRIEHUIS, F.; ELFERINK, S.J.W.H. The impact of the quality of silage on animal health and food safety: A review. **Veterinary Quarterly**, n.22, v.4, p.212-216, 2000.

FERRARI JÚNIOR, E. *et al.* Aditivos em silagem de capim Elefante Paraíso (Pennisetum hybridum cv. Paraíso). **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 222, p. 185-194, 2009.

FRANÇA, A. M. S. *et al.* Dinâmica química, microbiológica e física da silagem de farelo úmido de glúten de milho. **Ciência Rural**, v.45, p. 684-689, 2014.

GEHL, F. L. *et al.* Contaminação de silagens de milho por micotoxinas. **Revista Inovação – Gestão e Tecnologia no Agronegócio**, v. 1, n. 1, p. 201–207, 2022.

GERLACH, K. *et al.* Changes in maize silage fermentation products during aerobic deterioration and effects on dry matter intake by goats. **Agricultural and Food Science**, n.22, p.168-181, 2013.

JOBIM, C.C. *et al.* Qualidade sanitária de grãos e de forragens conservadas "versus" desempenho animal e qualidade de seus produtos. *In*: Simpósio sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas, 2001. Maringá. **Anais...** Maringá, 2001.p.146-176.

JOBIM, C. C. *et al.* Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.*36*, p.101-119, 2007.

KUNG JR., L. *et al.* Revisão de silagem: interpretação dos componentes químicos, microbianos e organolépticos das silagens. **Journal of Dairy Science**, v. 101, p. 4020-4033, 2018.

LINDGREN, S. *et al.* A. Silage inoculation: selected strains, temperature, wilting and practical application. **Swedish Journal of Agricultural Research,** n.15, p.9-18, 1988.

LUSTOSA, T. N. M. *et al.* Açai seed as an additive in Panicum maximum cv. Mombasa ensiling for ruminant nutrition: An alternative to reduce environmental pollutants. **Cleaner Waste Systems**, v. 3, p. 100035, 2022.

MACÊDO, A. J. D. S.; SANTOS, E. M. Princípios básicos para produção de silagem. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, Universidade Paranaense, v. 22, n. 4, 2019.

MAGALHÃES, L. S.; SOLA, M. C**.** Identificação de aflatoxinas no leite e produtos lácteos: revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, e50510817586, 2021.

MENDONÇA, R. C. A. **Efeitos da realocação na qualidade de silagens de milho inoculadas.** 2020. 59 f. Tese (Doutorado em Saúde e Produção Animal na Amazônia: área de concentração Produção Animal) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2020.

MROGINSKI, R. A. **Qualidade bromatológica e produção de biomassa de milho silagem em diferentes sucessões culturais de inverno**. 2019. f. 36.

NUNES, F. de S.; LEITE, M. R. P. Desempenho agronômico do híbrido de sorgo forrageiro VOLUMAX frente a doses de nitrogênio. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, [S. l.], v. 22, n. 7, p. e5731, 2024.

OGUNADE, I. M. *et al.* Silage review: Mycotoxins in silage: Occurrence, effects, prevention, and mitigation. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 4034-4059, 2018.

PAULA, T. A. DE. Produção de silagem: aspectos agronômicos e valor nutricional em regiões semiáridas - revisão sistemática. **Arquivos do mudi**, v. 25, n. 2, p. 127-154, 13 ago. 2021.

PENG, W. *et al.* Effects of Lactobacillus plantarum (L) and molasses (M) on nutrient composition, aerobic stability, and microflora of alfalfa silage in sandy grasslands. **Frontiers in Microbiology**, v. 15, n. 1358085, 2024.

PESTKA, P. P. Deoxynivalenol: Toxicity, mechanisms and animal health risks. **Animal Feed Science and Technology,** v. 137, p. 283-29, 2007.

REIS, R.A. *et al.* Fatores que afetam o consumo de forragens conservadas**.** *In*: JOBIN, C.C *et al.* (Eds). **Simpósio sobre utilização de forragens conservadas 3**. Maringá. Universidade Estadual de Maringá, p.09-40, 2008.

REIS, R.R.; SILVA, S.C. Nutrição de Ruminantes: **Consumo de forragens**, p.106-109, 2011.

RODRIGUES, B. H. N. *et al.* Irrigação e adubação nitrogenada em três gramíneas forrageiras no Meio-Norte do Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, *36*(3), 274-278, 2005.

SANTANA, J. C. S. *et al.* Características fermentativas, composição química e fracionamento da proteína da silagem de gliricídia submetida a diferentes períodos de fermentação. **Boletim de Indústria Animal**, v. 76, p. 1-9, 2019.

SANTOS, M. V. F. *et al.* Fatores que afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras tropicais. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba University Press (UCOPress), v. 59, n. 232, p. 25-43, 2009.

SEVERO, I. K. *et al.* Tratamento de sementes e o desenvolvimento inicial de plantas de sorgo (Sorghum bicolor) para silagens. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, *22*(7), e5648, 2024.

TABACCO, E. *et al.* Dry matter and nutritional losses during aerobic deterioration of corn and sorghum silages as influenced by different lactic acid bacteria inocula. **Journal of Dairy Science***,* n.94, p.1409-1419, 2011.

TAN, F., DALMIS, I. S., KOC, F. Effects of compaction pressure on silage fermentation in bunker silo. **Agronomy Research**, v.15, p. 298-306. 2017.

TAN, F., KAYISOGLU, B., OKUR, E. Effects of compaction pressure on the temperature distribution in bunker type silage silo. **Indian Journal of Animal Sciences**, v. 88, p.116-120. 2018.

WEINBERG, Z. G. *et al.* The effect of temperature on the ensiling process of corn and wheat. **Journal of applied microbiology**,90(4), 561-566, 2001.

WICHERT, B. *et al.* Palatability and intake of silage in dairy cows, in relation to hygienic quality. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition,** v. 80, p. 253-259, 1998.

WILKINSON, J. M., MUCK, R. E.Ensiling in 2050: Some challenges and opportunities. **Grass and Forage Science**, 74, 178-187, 2019.

XIE, Y. *et al.* Fermentation Quality, In Vitro Digestibility, and Aerobic Stability of Total Mixed Ration Silage in Response to Varying Proportion Alfalfa Silage. **Animals**, v. 12, n. 1039, 2022.

06

FATORES QUE INTERFEREM NO CONSUMO DA SILAGEM

Angelina Milka Veras da Costa
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Clara Beatriz Marques da Silva Xavier
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Maysa Callado Moura
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Francinaldo Nunes Pessoa Filho
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Jennifer Cristine Araújo Rodriguês
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Maria Beatriz Lima Fontana
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Samila Barbosa Lisboa
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Antônio Nelson Lima Costa
Universidade Federal do Cariri (UFCA)

Clarisse de Sousa Araújo
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Shirlenne Ferreira Silva
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

10.37885/250719833

RESUMO

A qualidade das plantas forrageiras influencia diretamente o consumo dos animais de produção. No caso das forragens conservadas, a silagem, quando bem elaborada, pode minimizar perdas, garantir volumoso de alta qualidade e reduzir custos na propriedade, além de acelerar o ganho de peso e diminuir o tempo de confinamento. Mesmo que o processo de ensilagem esteja sendo estudado há décadas, fazem-se necessárias atualizações nas pesquisas, buscando reduzir perdas e potencializar esse processo. A interação entre os efeitos positivos e negativos determinará o nível de consumo alcançado pelo animal. O conteúdo de etanol, associado a outros compostos orgânicos, e o teor de umidade presente nas silagens têm grande influência sobre a ingestão dos animais. Os valores de pH determinam a acidez do material ensilado, tornando-se, assim, uma forragem conservada via fermentação. O tamanho das partículas da forragem, no momento da ensilagem, é um fator crítico para garantir a adequada conservação do material. No processo de fermentação da silagem, é comum ocorrerem transformações nos compostos nitrogenados presentes na forragem. Durante esse mesmo processo, alguns ácidos orgânicos são produzidos, o principal é o ácido lático. A ensilagem, quando conduzida de forma adequada, resulta em um volumoso de elevada qualidade nutricional, essencial na dieta de ruminantes. A correta condução de todas as etapas desse processo é determinante para uma fermentação lática eficiente. Tais características minimizam perdas fermentativas e melhoram a aceitabilidade e ingestão voluntária pelos animais, otimizando o desempenho zootécnico do rebanho.

Palavras-chave: Absorção; alimentos; conservação; fatores nutricionais.

INTRODUÇÃO

A qualidade das plantas forrageiras influencia diretamente o consumo dos animais de produção. No caso das forragens conservadas, como a silagem, esse termo refere-se ao seu valor nutritivo em interação com o consumo, refletindo-se no desempenho animal (Reis *et al.,* 2008). Quando bem elaborada, a silagem pode minimizar perdas, garantir volumoso de alta qualidade e reduzir custos na propriedade, além de acelerar o ganho de peso e diminuir o tempo de confinamento.

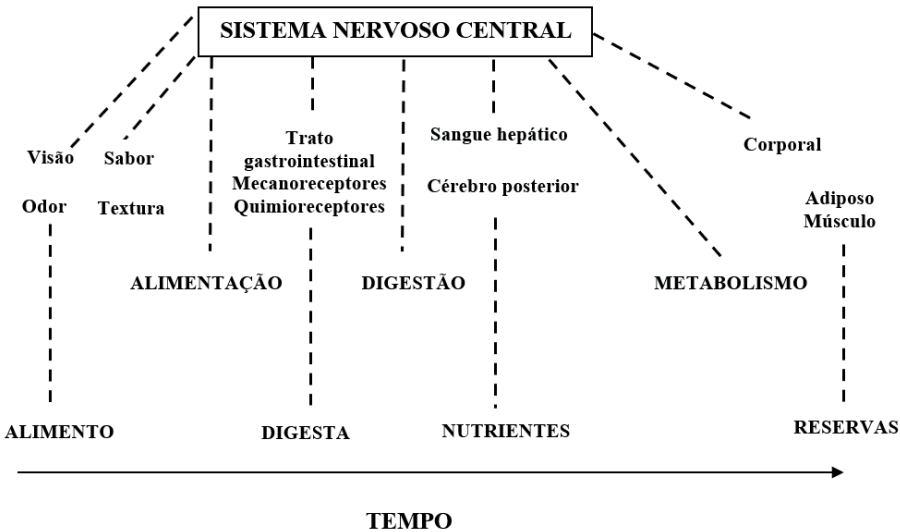
Assim, qualidade da silagem é uma variável que é medida pelo desempenho animal e não deve ser confundida com padrão de fermentação ou qualidade de conservação da forragem no silo, já que é possível a silagem apresentar uma ótima qualidade de conservação, mas não ser de alta qualidade em razão da composição química da forragem (Jobim, 2016). Além disso, mesmo que o processo de ensilagem esteja sendo estudado há décadas, fazem-se necessárias atualizações nas pesquisas, buscando reduzir perdas e a potencialização deste processo (Borreani *et al.*, 2018).

É importante ressaltar que ao comparar o consumo da forragem original com o de silagens, o deste último é menor do que o da primeira, pois a forragem fresca não passou pelo processo de fermentação (Charmley, 2001). Van Soest (1994) citou hipóteses que podem estar associadas à redução do consumo de silagens quando comparadas com o material original: 1ª- Aminas que são produzidas durante a fermentação, atuando como substâncias tóxicas; 2ª- Presença de ácidos orgânicos fermentados extensivamente, reduzindo a aceitabilidade pelos animais; 3ª- Carboidratos solúveis em menor quantidade, tendo por consequência redução da energia disponível para o crescimento de microrganismos do rúmen.

A ingestão de silagens pelos ruminantes pode ser limitada por fatores sensoriais, uma vez que esses animais tendem a associar as consequências pós-ingestivas de um alimento às suas características perceptíveis. A partir dessas experiências, desenvolvem preferências ou aversões que influenciam diretamente na seleção dos alimentos. Esse comportamento seletivo está relacionado ao conceito de palatabilidade, entendido como o conjunto de atributos sensoriais, como sabor, aroma, textura, formato, tamanho, e as

sensações provocadas durante a mastigação e deglutição, que determinam a aceitação e o consumo dos alimentos (Moreira, 2014). Para Van Soest (1994) é o sistema nervoso central (SNC) que controla todos os efeitos do consumo voluntário. É através de sinais de feedback negativo do trato digestivo, fígado e outros órgãos que o consumo é controlado, ou seja, o SNC faz a integração entre informações positivas e negativas que determinarão se o animal inicia ou cessa o consumo de alimentos. Esse sistema é conhecido como uma cascata de retroalimentação (Figura 1).

Figura 1 - Cascata da saciedade.



Fonte: Forbes e Provenza (2000).

Ao entrar na cavidade bucal, o alimento pode ser engolido ou rejeitado, isso é dependente do sabor ou textura que ele apresentar (Marques *et al.,* 2000). Após a absorção do alimento, os produtos resultantes da digestão são direcionados ao fígado e depois via circulação. Os receptores presentes no rúmen, intestino e fígado informam ao SNC, sobre o volume, osmolaridade e pH do alimento. É importante ressaltar, que podem ocorrer desconfortos metabólicos, ligados às propriedades sensoriais do alimento ingerido, induzindo à rejeição do mesmo na próxima vez em que o animal tiver contato com o alimento. Segundo Jobim *et al.* (2003) é muito complexo o entendimento

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

dos diversos fatores que envolvem a ingestão de alimentos pelos ruminantes, pois alguns estão relacionados ao animal, como a regulação hormonal, além dos fatores físicos, pois o primeiro efeito da ingestão é causado pela distensão ruminal, seguido pelos efeitos químicos dos produtos da digestão, que são detectados por receptores localizados no rúmen, intestino delgado, fígado e cérebro (Forbes, 2007) e também à características relacionadas ao alimento (composição química, forma física, degradabilidade, digestibilidade e taxa de passagem). A interação entre os efeitos positivos e negativos determinarão o nível de consumo alcançado pelo animal.

DESENVOLVIMENTO

Concentração de etanol

O conteúdo de etanol associado com outros compostos orgânicos voláteis são responsáveis pelo odor e sabor atípico presente em silagens e está relacionado também com a diminuição da ingestão das mesmas pelos animais (Weiss, 2018; Hafner *et al.*, 2015). As altas concentrações de etanol (>2% da MS) são geralmente um indicador do metabolismo excessivo provocado pela atividade de leveduras e, como consequência, maior possibilidade de deterioração aeróbia em curto prazo de tempo (Kung *et al.,* 2018).

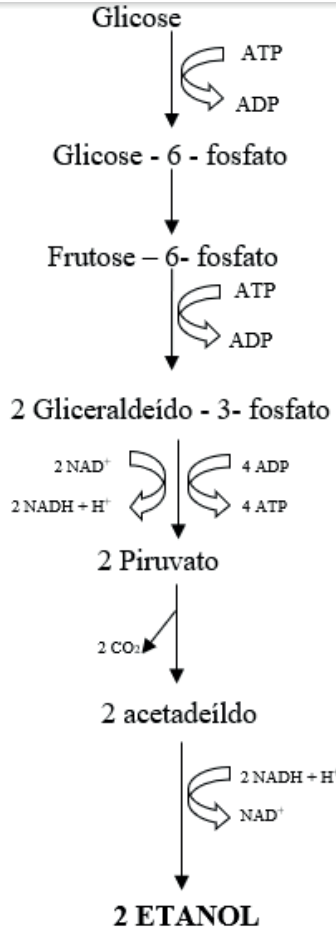
Essas silagens em geral, são muito propensas à deterioração quando expostas ao ar e apresentam menor recuperação da MS. Quantidades muito elevadas de etanol (> 3 a 4% MS) em silagens podem provocar sabor e odor no leite (Kung e Shaver, 2001).

O elevado teor de carboidratos solúveis da cana-de-açúcar, em torno de 40% da MS favorece a ação das leveduras (Queiroz *et al.*, 2008). Cada molécula de glicose fermentada produz duas moléculas de etanol, duas de dióxido de carbono e duas de água. Assim, é o etanol produzido que provoca perda energética, já que é formado a partir da fermentação da glicose (Mendes *et al.,* 2008).

Segundo McDonald *et al.* (1991), as leveduras não são inibidas pelo baixo pH encontrado nas silagens, sob limites de pH entre 3,5 e 6,5 conseguem sobreviver e abaixo de 3,5 microrganismos ácido-tolerantes podem se desenvolver, como no caso das leveduras, que são capazes de produzir etanol gerando

perdas elevadas de nutrientes (Rodrigues *et al.*, 2007). Devido à sua considerável concentração de etanol, silagens nessas condições limitam o consumo animal e apresentam perdas em torno de 49% de MS e substratos. A Figura 2 representa o esquema da formação de etanol pelas leveduras.

Figura 2 - Fermentação da glicose a etanol pelas leveduras.



Resumo da via: $C_6H_{12}O_6 + 2\ ADP \rightarrow 2\ C_5H_5OH + 2\ CO_2 + 2\ ATP$

Fonte: Adaptado de McDonald *et al.* (1991).

Em situação de consumo reduzido de etanol (<0,1 g kg^{-1} de PV), a maioria do álcool é metabolizado pela microbiota ruminal. Porém, quando o consumo de

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

etanol é alto, o metabolismo hepático passa a ser de grande importância. Após ser absorvido pela parede ruminal ou intestino delgado, o etanol é metabolizado no fígado através da enzima álcool desidrogenase resultando em ácido acético (Reis e Silva, 2011). As principais vias de formação dos ácidos orgânicos das silagens, o gasto de energia e a recuperação da MS estão resumidas na Tabela 1.

Tabela 1 - Principais rotas de fermentação de microrganismos em silagens.

Microrganismo	Rota	Substrato	Produto	Recuperação (%)	
				Energia	MS
BAL	Homofermentativa	Glicose	2 lactato	96,9	100
BAL	Heterofermentativa	Glicose	1 lactato + 1 acetato+ CO_2	79,6	83
BAL	Heterofermentativa	Glicose	1 lactato + 1 etanol+ CO_2	97,2	83
LVD		Glicose	2 etanol + 2 CO_2	97,4	51
CL		Glicose	1 butirato + 2 CO_2	77,9	66
ENT		2 Glicose	1 lactato + 1 acetato (1etanol) + CO_2	88,9	83

BAL= bactérias ácido láticas; LVD= leveduras; CL= clostrídios; ENT= enterobactérias..
Fonte: Adaptado de McDonald *et al*. (1991).

Teor de umidade

O teor de umidade presente nas silagens tem grande influência sobre a ingestão dos animais. Forragens que são ensiladas com teor de matéria seca (MS) abaixo de 25% dificultam o processo fermentativo e resultam em silagens de má qualidade. O ideal é que a massa ensilada apresente teores entre 28 a 35% de MS, favorecendo a compactação e fermentação adequadas, podendo proporcionar ingestão maior pelos animais (Liu *et al.,* 2025; McDonald *et al.,* 1991).

Nunes *et al.* (2024) evidenciaram a importância do teor de MS na fermentação e redução nas perdas em silagens. Baixos teores de MS garantem uma fermentação ideal, mesmo se armazenada por longos períodos, aumentando, consequentemente, as perdas de MS. Gerlach *et al.* (2014) ao avaliarem silagens de azevém (*Lolium multiflorum* L.) com dois teores de MS (25% e 33%) trituradas em partículas curtas e longas (C e L) em baixa e alta densidade (B e A) em diferentes tempos de exposição aeróbica sobre a ingestão e preferência por cabras Saanen em curto prazo. Verificaram que as silagens com baixo teor de MS (25%) não apresentaram fermentação adequada, resultando em maiores

concentrações de ácido butírico e N-NH3/NT, (Tabela 2), sendo determinante na redução do consumo das cabras.

Tabela 2 - Perfil fermemtativo e ingestão de silagens por cabras Saanen de acordo com o conteúdo de MS, tamanho de partículas, densidade e tempo de exposição aeróbica.

	Tempo de exposição aeróbica (dias)				
Parâmetros	d0	d2	d4	d6	d8
pH	4,5	4,5	4,6	4,5	4,6
Ácido acético (g/kg)	25	26	22	25	23
Acido butírico (g/kg)	1,3	1,5	1,9	1,5	1,0
N-NH3/NT (g/kg)	122	129	138	140	134
	Ingestão de MS (g/kg)				
25CB	305	312	333	354	323
25CA	418^{bc}	479^{ab}	537^{a}	396^{c}	379^{c}
25LB	343	388	401	377	324
25LA	312^{b}	493^{a}	513^{a}	564^{a}	322^{b}
33CB	496^{ab}	558^{a}	545^{a}	564^{a}	399^{bc}
33CA	566^{a}	561^{a}	630^{a}	509^{a}	272^{b}
33LB	492^{ab}	492^{ab}	587^{a}	406^{b}	378^{b}
33LA	658^{a}	549^{ab}	550^{ab}	492^{bc}	354^{d}

25 CB = 25% MS com partículas curtas e baixa densidade; 25 CA= 25% MS com partículas curtas e alta densidade; 25 LB= 25% MS com partículas longas e baixa densidade; 25 LA= 25% MS com partículas longas e alta densidade; 33 CB = 33% MS com partículas curtas e baixa densidade; 33 CA= 33% MS com partículas curtas e alta densidade; 33 LB= 33% MS com partículas longas e baixa densidade; 33 LA= 33% MS com partículas longas e alta densidade.

Fonte: Adaptado de Gerlach *et al.* (2014).

No referido estudo, a ingestão de silagens com baixo teor de MS foi numericamente mais baixa que a ingestão de silagens com alto teor de MS. Porém, foi observado que a diminuição da ingestão de MS devido à exposição aeróbica de 8 dias foi relativamente baixa. Os autores presumiram que durante os 8 dias de exposição aeróbica, as silagens não mostraram fortes sinais de deterioração. No entanto, para silagens com 33% MS, a ingestão de MS diminuiu no oitavo dia de exposição, também em níveis aparentemente baixos de deterioração. Além disso, os animais puderam detectar diferenças sutis causadas pela exposição aeróbia das silagens. Com o decorrer dos dias de exposição, as cabras foram capazes de diferir entre as silagens e mostraram preferência por aquelas que apresentaram menores modificações.

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

pH final das silagens

Macedo *et al.* (2012) concluíram que os valores de pH determinam a acidez do material ensilado, tornando-se assim, uma forragem conservada via fermentação, onde, as bactérias ácido láticas (BAL) utilizam os carboidratos solúveis como substrato, elevando a produção de ácidos orgânicos, principalmente ácido lático. Com isso, o pH decresce e os microrganismos indesejáveis são inibidos, garantindo a qualidade no processo fermentativo.

Segundo McDonald *et al.* (1991), o pH de silagens entre 3,8 e 4,2 são indicativos de uma boa fermentação, enquanto valores entre 4,5 e 5,0 são indicativos de que a fermentação não ocorreu como esperada. Segundo Weiss *et al.* (2003), silagens com valores de pH baixos podem resultar na diminuição do consumo. O pH baixo também pode estar relacionado com alta quantidade de carboidratos solúveis, acarretando fermentação alcoólica pela ação de leveduras que atuam nessas condições.

Jobim *et al.* (2003), afirmaram que em condições mais críticas com valores de pH reduzidos, pode ocorrer a redução do consumo do alimento, a porcentagem de gordura do leite e aumentar a prevalência de laminite. Em situação que silagens receberam chuva, a redução do consumo ocorre devido ao sabor excessivamente ácido com valores de pH abaixo de 3,5 pelo excesso de umidade. Esta situação pode ser amenizada com a adição de bicarbonato de sódio e calcário, que possuem efeito alcalinizante, sendo possível diminuir o efeito depressivo no consumo da silagem (Gonçalves *et al.*, 2009).

No entanto, segundo Rooke (1995), a relação entre os valores de pH da silagem e do rúmen é quase inexistente, embora silagens de qualidade apresentem valores de pH baixos, a saliva dos ruminantes neutraliza a acidez da silagem consumida e ajusta os valores de pH. Porém, dietas com alto concentrado podem ocasionar a diminuição do pH no rúmen devido à incapacidade de tamponamento do próprio rúmen. Em situações que os alimentos são digeridos de forma mais rápida, ocorre o aumento da acidez do rúmen, provocando a elevação da produção de ácidos sendo necessárias substâncias tamponantes adicionais para manutenção do pH ruminal. Essa condição pode acarretar distúrbios metabólicos e redução do desempenho animal (Reis e Silva, 2011).

Tamanho das partículas

O tamanho das partículas da forragem no momento da ensilagem é um fator crítico para garantir a adequada conservação do material e o bom estabelecimento do silo. Essa característica influencia diretamente o controle do consumo pelos animais e, consequentemente, seu desempenho produtivo. Para assegurar a eficácia desse processo, é fundamental realizar ajustes precisos nas máquinas de colheita e corte da forragem, visto que o sucesso da ensilagem depende essencialmente dessa etapa (Factori *et al.*, 2014). A identificação do tamanho médio de partícula é um dos procedimentos que influenciam a qualidade final do produto e consequentemente o desempenho animal (Macêdo *et al.*, 2017). Segundo Zebeli *et al.* (2012) a fibra vegetal representada pelos carboidratos fibrosos, estão relacionados com as propriedades físicas do alimento, ou seja, com o tamanho de partícula.

Características físicas como o processamento mecânico da forragem e a densidade das partículas, estão diretamente associadas ao tipo de fermentação e compactação da massa ensilada (Silva *et al.*, 2015). De acordo com McDonald *et al.* (1991), tamanhos de partículas entre 20 e 30 mm favorecem a disponibilidade de carboidratos solúveis, e consequentemente, estimulam o crescimento de bactérias láticas. No entanto, a redução do tamanho de partícula associada ao maior grau de compactação, pode contribuir com o aumento das perdas em silagens com baixo teor de matéria seca (MS) (Wilkinson e Muck, 2019). Silagens com tamanho de partícula < 5 mm tendem a manter a temperatura do silo reduzida (Rego *et al.*, 2016), sem que haja prejuízos na degradação proteica.

O fornecimento de silagens com partículas de tamanhos elevados pode influenciar no desempenho dos animais, pois haverá limitação da ingestão de MS. Partículas muito grandes tornam-se difíceis de apreender e mastigar. Enquanto partículas picadas com tamanho muito reduzido influenciam na atividade de mastigação e produção de saliva, resultando na diminuição do pH ruminal, menor retenção do alimento no rúmen e queda na digestibilidade (Quirrenbach, 2011).

Silagens com partículas pequenas promovem uma melhor compactação. Senger *et al.* (2005), concluíram que silagens com maior teor de matéria seca (> 28%) e bem compactadas (> 650 kg m^{-3} de matéria verde) preservam maior quantidade de açúcares, que podem ser usados como fonte de energia por

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

microrganismos ruminais, além de apresentarem menor relação FDN/CNF e serem mais digestíveis. Zebeli *et al.* (2012) propôs que o parâmetro desejável de FDNef para silagem de milho deve ser 18,5% da MS de FDN com tamanho de partícula acima de 8 mm. Nessa faixa, os animais mantêm um pH ruminal adequado para sobrevivência dos microrganismos, responsáveis pela digestão da fibra no rúmen, sem influenciar o consumo de matéria seca e o teor de gordura no leite.

Devido à importância do tamanho correto de partículas da forragem, à alta variação e diversidade de metodologias, para essa avaliação, utiliza-se o método Penn State Particle Separator, que consiste em um sistema de bandejas perfuradas com diferentes diâmetros (19 mm; 8,0 mm; 4,0 mm e fundo), que separam uma quantidade de forragem estratificada após a movimentação do conjunto (Zanella, 2022). Em termos percentuais, Heinrichs e Kononoff (2013), afirmaram que a silagem retida na peneira superior (19 mm) deve ser entre 3 e 8%, a peneira intermediária (8,0 mm) 45 e 65%, na peneira inferior (4 mm) deve ser entre 20 e 30% e no fundo <10%.

Carvalho *et al.* (2016) em avaliação da silagem de milho em 31 fazendas leiteiras de Patos de Minas - MG, classificadas em A, B e C de acordo com a produção de leite, verificaram que a granulometria das silagens através do método Pen State, estiveram com valores médios de 6,83%; 60,29%; 24,35% e 8,51% para as peneiras com espessura de 19, 8, 4 e menor que 4 mm, respectivamente, ficando dentro da margem dos valores ideais de granulometria.

Concentração de compostos nitrogenados

Durante o processo de fermentação da silagem, é comum ocorrerem transformações nos compostos nitrogenados presentes na forragem. Quando a fermentação é ineficaz, há maior produção de nitrogênio amoniacal ($N\text{-}NH_3$) e aminas biogênicas, compostos que, quando em excesso, impactam diretamente a qualidade do alimento e o desempenho dos animais. Pesquisas recentes mostram que altas concentrações de $N\text{-}NH_3$ estão ligadas à degradação excessiva das proteínas durante o armazenamento, especialmente quando a silagem é muito úmida ou não passa por uma rápida queda do pH. Essa situação favorece

o crescimento de bactérias indesejáveis, como as clostrídicas, que contribuem para a produção de amônia a partir de aminoácidos e nitratos (Jia *et al.*, 2021).

Além da amônia, outro grupo de compostos que merece atenção são as aminas biogênicas, como cadaverina, putrescina e tiramina. Essas substâncias são formadas pela descarboxilação de aminoácidos e podem ter um impacto negativo no sabor, odor e a aceitação da silagem pelos animais. Em estudo realizado por Sánchez-Duarte *et al.* (2017), avaliando os efeitos da concentração de nitrogênio amoniacal em silagens de alfafa no desempenho de vacas leiteiras, os autores observaram que o consumo de matéria seca foi reduzido e houve diminuição na produção e gordura do leite quando a concentração de nitrogênio amoniacal aumentou.

Segundo Guo *et al.* (2021), essas aminas também podem ter efeitos citotóxicos e prejudicar a saúde intestinal dos animais. Embora não haja um limite seguro bem definido para ruminantes, sabe-se que a presença combinada de aminas e N-NH_3 exige maior esforço do organismo para metabolização, comprometendo a utilização proteica e podendo reduzir a eficiência alimentar.

Outro aspecto importante é o custo energético da excreção do excesso de amônia. Quando há mais NH_3 do que os microrganismos ruminais conseguem usar, ela é absorvida pela parede do rúmen e convertida em ureia no fígado, um processo que consome bastante energia. Isso significa que parte da energia da dieta será desviada para esse processo, podendo resultar em menor ganho de peso ou menor produção de leite (Zhang *et al.*, 2023).

A utilização ineficiente do nitrogênio das silagens está associada a dois fatores: um está relacionado às proteases na ensilagem que podem solubilizar a proteína, o segundo está associado à fermentação dos carboidratos solúveis, resultando na produção de ácidos graxos voláteis (AGV's) e ácido lático. Assim, menor energia será disponibilizada aos microrganismos proveniente dos AGV's e ácido lático, do que aquela oriunda dos carboidratos solúveis (Reis e Silva, 2011).

Com isso, estima-se que apenas 60–70 % da energia da matéria orgânica fermentada esteja disponível para a síntese proteica microbiana. Esse cenário exige um balanceamento adequado entre energia e proteína na dieta, especialmente quando utilizam-se silagens de fermentação intensa. Para Reis e Silva (2011), fornecer carboidratos solúveis para animais que recebem silagens na alimentação auxilia no aumento da síntese proteica microbiana e utilização

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

do NNP, aumentando o fluxo de aminoácidos do rúmen. Portanto, a ensilagem deve ser feita o mais rápido possível, para evitar a atividade prolongada das proteases da planta, assim como reduzir o pH de maneira rápida, de modo a preservar a fração proteica da silagem.

O NIDA (nitrogênio ligado à fibra detergente ácida) representa a fração de nitrogênio indisponível para digestão ruminal. Essa forma de nitrogênio é geralmente associada à reação de Maillard, que ocorre entre aminoácidos e açúcares redutores durante o aquecimento da silagem. Silagens expostas ao ar ou mal compactadas tendem a aquecer e apresentar níveis elevados de NIDA, o que diminui o valor nutricional e o consumo voluntário pelos animais (Ferreira *et al.*, 2022).

Além do impacto na aceitação da silagem, aminas biogênicas como putrescina, cadaverina e tiramina também podem representar um risco à saúde. Estudos indicam que, quando ingeridas em quantidades excessivas, essas aminas podem provocar distúrbios metabólicos e interferir na detoxificação hepática, competindo com compostos como a histamina. Embora não existam limites estabelecidos para ruminantes, a presença dessas aminas em silagens de baixa qualidade é frequentemente associada à diminuição do desempenho produtivo (Guo *et al.*, 2021).

A questão relacionada às aminas, é que embora diferentes estudos tenham sido realizados avaliando o efeito destas sobre a ingestão de MS, existem resultados contraditórios. Isso decorre principalmente da dificuldade de atribuir efeitos específicos a um único grupo de compostos, pois existe a dependência de um conjunto de interações (Scherer *et al.,* 2015).

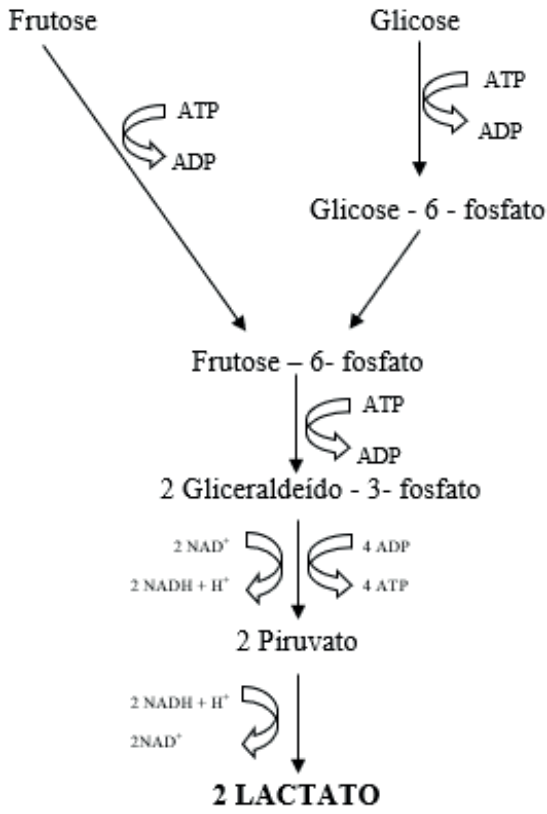
Conteúdo de ácidos orgânicos

De acordo com McDonald *et al.* (1991), alguns ácidos orgânicos são produzidos ao longo da fermentação de silagens, o principal é o ácido lático seguido dos ácidos acético, butírico, propiônico, valérico, isovalérico, succínico e fórmico. Para uma silagem de boa qualidade é necessário que ocorra fermentação ácido lática em maiores quantidades.

É desejável que o ácido acético esteja em menor proporção em relação ao ácido lático, enquanto as fermentações butírica e alcoólica são indesejáveis. A via

mais desejável é a homolática, na qual uma molécula de glicose ou frutose é convertida em duas moléculas de ácido lático, sem consumo de energia e com recuperação de matéria seca (MS) de quase 100%. As bactérias dessa via são estritamente homofermentativas obrigatórias que incluem bactérias dos gêneros *Streptococcus*, *Pediococcus* e os *Lactobacillus*. Abaixo na Figura 3 está esquematizada uma das principais vias de formação do ácido lático, a homofermentativa.

Figura 3 - Formação do lactato a partir da frutose e glicose pela via homofermentativa.



Resumo da via: $C_6H_{12}O_6 + 2\ ADP \rightarrow 2\ CH_3CHOHCOOH + 2\ ATP$

Fonte: Adaptado de McDonald *et al.* (1991).

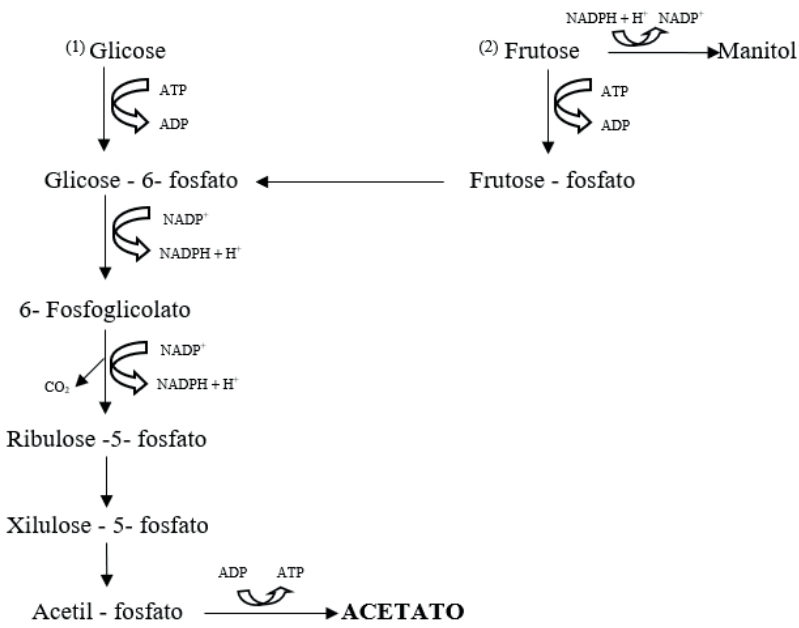
ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

A segunda principal via é das BAL heterofermentativas de caráter facul tativo. Essas bactérias utilizam a mesma via das hexoses das BAL homofer mentativas, porém, apresentam a capacidade de fermentar pentoses, devido à presença das enzimas aldolase e fosfocetolase nesse processo. Segundo Reis e Silva (2011), a quantidade de ácidos orgânicos produzida durante a fermenta-ção parece não influenciar o consumo de silagens, mas a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) produzidos no rúmen podem ser determinantes. Segundo Rooke (1995), em questão de aceitabilidade, o ácido lático apresenta menor efeito em relação aos outros ácidos, devido ao seu sabor mais ácido.

Contudo, em estudos realizados por Nussio *et al.* (2003), a baixa relação foi observada entre o conteúdo de ácidos orgânicos nas silagens e o consumo dos animais. O ácido butírico quando em comparação com os demais ácidos orgânicos apresentou efeito mais pronunciado no consumo das silagens. A ter-ceira via de formação do ácido lático é realizada por BAL heterofermentativas obrigatórias, que utilizam as hexoses para a formação de ácido lático, etanol (ou ácido acético) e CO_2.

Quando trata-se do ácido acético, silagens com teor de MS abaixo de 25% mal compactadas e que houve demora no fechamento do silo podem resultar em teores elevados de ácido acético (>3 a 4% MS), por conter ar na massa ensilada favorecendo o desenvolvimento de leveduras e resultando em silagens com baixa energia e recuperação de MS. Segundo Kung e Shaver (2001), o efeito de silagens com elevados teores de ácido acético no consumo por ruminantes ainda não está tão claro, pois tem havido especulações de que a diminuição da ingestão tem a ver com outros fatores negativos que não foram identificados, em associação com uma fermentação ineficaz e não somente ao próprio ácido acético. Abaixo na Figura 4 está esquematizada a rota de forma-ção do ácido acético.

Figura 4 - Formação do acetato a partir da glicose e frutose pelas enterobactérias.



Resumo da via:

$^{(1)}C_6H_{12}O_6\,(\text{glicose}) + ADP \rightarrow CH_3CHOHCOOH + C_2H_5OH + CO_2 + ATP$

$^{(2)}3C_6H_{12}O_6\,(\text{frutose}) + H_2O + 2ADP \rightarrow CH_3CHOHCOOH + 2C_6H_{14}O_6 + CH_3COOH^{+}$

$+ CO_2 + 2ATP$

Fonte: Adaptado de McDonald *et al.* (1991).

Hutchinson e Wilkins (1971) em estudo sobre o efeito do ácido acético em doses crescentes (2%, 5% e 8,8% da MS) no consumo de ovinos adultos, observaram que o consumo de matéria seca diário realizado pelos animais não foi modificado pelos tratamentos, mas o teor de ácido acético alterou o padrão de consumo dos animais ao longo do dia.

O ácido acético apresenta atividade fungicida, sendo importante no combate de fungos e leveduras que podem colonizar a silagem após a abertura do silo. Silagens de milho que apresentam fermentação adequada, geralmente são mais instáveis na abertura, pois o ácido lático pode ser assimilado por esses microrganismos para a produção de etanol. Assim, a presença de ácido acético em silagens pode ser útil no processo de estabilização aeróbia de silagens bem fermentadas (Santos *et al.*, 2016).

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

Kung *et al.* (2003) afirmaram que nem sempre uma fermentação desejável pode evitar perdas depois que o silo é aberto, em algumas situações podem aumentar essas perdas, pois segundo Weinberg e Muck (1996), silagens com fermentação adequada com altas concentrações de ácido lático e açúcares são mais propensas à deterioração aeróbica. Fungos, leveduras e bactérias assimilam aerobicamente o lactato da silagem e reduzem potencialmente sua conservação (Pahlow *et al.*, 2003).

A estratégia de restringir a formação do ácido acético pode elevar os riscos de silagens mais instáveis anaerobicamente. Dessa forma, o êxito de uma boa silagem está no raciocínio de que silagens de qualidade devem conter ácido lático associado ao ácido acético, sem esquecer as boas práticas de manejo (Nussio *et al.*, 2002). Quando trata-se do teor de ácido butírico, o seu conteúdo indica a atividade clostridiana sobre a forragem e está relacionado a maiores valores finais de pH nas silagens (Neumann *et al.*, 2009). É considerado uns dos principais parâmetros negativos da qualidade da silagem gerando perdas acentuadas de MS e energia do material original durante o processo fermentativo, consequentemente reduzindo a palatabilidade e o consumo do volumoso (Leite *et al.*, 2005). Os clostrídeos são microrganismos anaeróbicos indesejáveis que podem se apresentar na forma de esporos nas plantas, mas não pertencem à microbiota epifítica das culturas, surgindo a partir da contaminação do solo pelo emprego de adubos mal compostados e contaminados (Rooke, 1995). Abaixo estão listadas na Tabela 3 as espécies mais comuns de clostrídeos encontrados em silagens.

Tabela 3 - Espécies de bactérias do gênero *Clostridium* presentes em silagens.

Fermentadores de lactato	Fermentadores de aminoácidos	Outros
Clostridium butyricum	*Clostridium bifermentans*	*Clostridium sphenoides*
Clostridium paraputrificum	*Clostridium sporogenes*	*Clostridium perfringes*
Clostridium tyrobutyricum		

Fonte: Adaptado de McDonald *et al*. (1991).

O excesso de ácido butírico em silagens, além de reduzir a ingestão de alimentos pelos animais, pode aumentar a chance da ocorrência de cetose. Em trabalho realizado por Vicente *et al.* (2014), os autores examinaram

a relação entre cetose subclínica em vacas leiteiras e o teor de ácido butírico encontrado nas silagens de milho, alfafa e azevém fornecidas durante um período de 12 meses. No estudo, em 80% das amostras de urina analisadas não foram detectados corpos cetônicos, 16% apresentaram valores indicativos de cetose subclínica leve, e o restante, 4%, apresentaram sinais de cetose. Os autores concluíram que a probabilidade das vacas leiteiras apresentarem cetose subclínica foi maior quando estavam consumindo silagens de azevém, já que as silagens desta cultura apresentaram alto teor de ácido butírico (35,2 g kg^{-1} de ingestão de MS).

Outra questão importante sobre a ingestão de alimentos contaminados com clostrídeos é a contaminação do leite. O número elevado de esporos pode trazer graves consequências para a fabricação de queijos, já que esses microrganismos são resistentes à altas temperaturas. Na desaminação ocorre também a liberação de amônia, ácido capróico e caprilíco, ocasionando odor forte que prejudica a aceitação e comercialização dos queijos (Costa, 2012).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ensilagem, quando conduzida de forma adequada, resulta em um volumoso de elevada qualidade nutricional, essencial na dieta de ruminantes. A correta condução de todas as etapas desse processo é determinante para uma fermentação lática eficiente. Silagens de qualidade apresentam pH reduzido, alto teor de ácido lático, baixos níveis de ácido acético, e ausência de metabólitos indesejáveis, como ácido butírico, nitrogênio amoniacal, leveduras, mofos e micotoxinas. Tais características minimizam perdas fermentativas e melhoram a aceitabilidade e a ingestão voluntária pelos animais, otimizando o desempenho zootécnico do rebanho.

REFERÊNCIAS

BORREANI, G. *et al.* Factors affecting dry matter and quality losses in silages. **J. Dairy Scie.**, v.101, n.5, p.3952-3979, 2018.

CARVALHO, R.M. **Avaliação da silagem de milho em fazendas leiteiras de Patos de Minas, MG** (Dissertação de Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Medicina Veterinária, 49p, Uberlândia-MG, 2016.

CHARMELY, E. Towards improve silage quality: A review. **Canadian Journal of Animal Science,** n.81, v.157, 2001.

COSTA, I. B.B.A. **Maturação em queijo dos Açores. Determinação de ácidos orgânicos e metabolismo do lactato.** Instituto Superior de Agronomia. Universidade Técnica de Lisboa. Engenharia Alimentar - Processamento de Alimentos. Dissertação de Mestrado. 104p. Lisboa, Portugal. 2012.

RESENDE FILHO, M.; BRAGA, J. L.; ALENCAR FONTES, C.A. Um sistema de apoio à decisão para o gerenciamento de confinamentos de bovinos de corte. **Rev. Econom. Sociol. Rural**, v.36, n.2, p.91-112, 2019.

FACTORI, M. A. *et al.* Degradabilidade e digestibilidade de híbridos de milho em função do estádio de colheita, tamanho de partícula e processamento por meio do esmagamento na ensilagem. **Bioscience Journal**, v.30, p. 882-891. 2014.

FERREIRA, D. J. *et al.* Nitrogen fractions and digestibility in tropical silages with different fermentation profiles. **Animal Feed Science and Technology**, v. 291, p. 115385, 2022.

FORBES, J. M.; PROVENZA, F. D. Integration of learning and metabolic signals into a theory of dietary choice and food intake. *In*: **CRONJÉ, P.B. Ed. Ruminant Physiology, digestion, metabolism, growth, growth and reproduction.** CAB International. Publishing, UK, p.03-19, 2000.

FORBES, J. M. A personal view of how ruminant animals control their intake and choice of food: minimal total discomfort. **Nutrition Research Reviews**, v. 20, n. 2, p. 132-146, 2007.

GERLACH, K. *et al.* Aerobic exposure of grass silages and its impact on dry matter intake and preference by goats. **Small Ruminant Research**, n.117, p.131-141, 2014.

GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, P. D. S. **Alimentação de gado de leite.** FEPMVZ-Editora, Belo Horizonte, 418 p. 2009.

GUO, X. *et al.* Formation and effects of biogenic amines in silage: A review. **Journal of Applied Microbiology**, v. 131, n. 4, p. 1986–2002, 2021.

HAFNER, S. D. *et al.* Effects of potassium sorbate and Lactobacillus plantarum MTD1 on production of ethanol and other volatile organic compounds in corn silage. **Animal Feed Science and Technology**, 208, 79–85, 2015.

HEINRICHS, J.; KONONOFF, P. The penn state particle separator. **Penn State Extension, Department of Animal Science**, DSE, v. 13, p. 1–8, 2013.

HUTCHINSON, K. J.; R. J. WILKINS. The voluntary intake of silage by sheep. II. The effects of acetate on silage intake. **J. Agric. Sci.** 77: 539-543, 1971.

JIA, T. *et al.* Effects of additives on biogenic amine content and fermentation quality of oat silage. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 5, p. 1499741, 2021.

JOBIM, C.C.; GONÇALVES, G.D. Microbiologia de forragens conservadas. *In*: REIS, R.A. *et al.* (Eds). Volumosos na produção de ruminantes: Valor alimentício de forragens. 2003. Jaboticabal. **Anais...** FUNEP, p.1-26, 2003.

JOBIM, C.C**.** A qualidade da silagem como determinante da produção e da qualidade do leite. **INSTITUTO DE ENSINOS PECUÁRIOS-IEPEC,** Maringá, 2016.

KUNG, L. SHAVER, R**.** Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. **Focus on Forage,** v.3, n.13, 2001.

KUNG, L. Jr.; STOKES, M.R.; LIN, C. J. Silage additives. *In*: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H (Eds). **Silage Science and Technology.** 1ª ed. Madison: American Society of Agronomy, p. 305-360, 2003.

KUNG, L., JR. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **J. Dairy Sci**. 101:4020–4033, 2018.

LEITE, R. M. V. B.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA, 2005. p.123-143.

LIU, Y. *et al.* Effects of Moisture Content Gradient on Alfafa Silage Quality, Odor, and Bacterial Community Revealed by Eletronic Nose and GC-MS. **Microorganisms**, v. 13, n. 2, p. 381, 2025.

MACEDO, C. H. O. *et al.* Perfil fermentativo e composição bromatológica de silagens de sorgo em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, v.13, n.2, p.371-382, 2012.

MACÊDO, A. J. S. *et al.* Microbiologia de silagens: Revisão de Literatura. **Revista Electrónica de Veterinária** 18:1-11, 2017.

MARQUES, J. A. *et al.* Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.29, n.5, p1528-1536, 2000.

McDONALD, P.; A. R. HENDERSON, AND S. J. E. HERON. **The Biochemistry of Silage**. 2ed. Chalcombe Publications, Bucks, UK. 1991.

MENDES, C. Q. *et al.* Desempenho, parâmetros da carcaça e comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com cana-de-açúcar ensilada ou in natura. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.3, p. 733-740, 2008.

MOREIRA, C. G. Palatabilidade e digestibilidade aparente de dietas com níveis crescentes de inclusão de polpa cítrica para eqüinos. 66 f. 2014. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014.

NEUMANN, M. *et al.* Girassol (*Helianthus annuus* L.) para produção de silagem de planta inteira. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.2, n.3, 2009.

NUNES, F. C. *et al.* Use of bacterial inoculant in rehydrated corn grain silage. **Journal of Applied Animal Research**, v. 52, n. 1, p. 2400534, 2024.

NUSSIO, L. G. *et al.* (Eds) **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 39 ed. Recife: SBZ, 2002. p. 60-99.

NUSSIO, L. G. *et al.* Fatores que interferem no consumo de forragens conservadas. *In*: REIS, R.A. *et al.* (Eds). Volumosos na produção de ruminantes: Valor alimentício de forragens. 2003. Jaboticabal. **Anais...** FUNEP, p.27-50, 2003.

PAHLOW, G. *et al.* Microbiology of ensiling. *In*: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H (Eds). **Silage Science and Technology.** 1ª ed. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p. 31-94.

QUEIROZ, O. C. M. *et al.* Silagem de cana-de-açúcar comparada a fontes tradicionais de volumosos suplementares no desempenho de vacas de alta produção. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa-MG, v. 37, n. 2, p. 358-365, 2008.

QUIRRENBACH, A.; REFFERT, S.; BERGMANN, C. Planets around giant stars. *In*: **AIP Conference Proceedings**. American Institute of Physics, 2011. p. 102-109.

REGO, A. C. *et al.* Efeito do tamanho de partícula e de inoculante bacteriano na temperatura, densidade e pH de silagens de milheto. **Revista Caatinga**, v.29, p.984- 995. 2016. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252016v29n424rc.

REIS, R.A. *et al.* Fatores que afetam o consumo de forragens conservadas**.** *In*: JOBIN, C.C *et al.* (Eds). **Simpósio sobre utilização de forragens conservadas 3**. Maringá. Universidade Estadual de Maringá, p.09-40, 2008.

REIS, R.R.; SILVA, S. C. Nutrição de Ruminantes: **Consumo de forragens**, p.106-109, 2011.

RODRIGUES, P. H. M. *et al.* Efeito da inclusão de polpa cítrica peletizada na confecção de silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1751-1760, 2007.

ROOKE, J. A. The effect of increasing acidity or osmalality of grass silage by addition of free of partialy neutralized lactic acid on silage in take by sheep and upon osmalality and acid-base balance. **Animal Science,** v.61, n.285, 1995.

SÁNCHEZ-DUARTE, J.I.; GARCÍA, D.V.M. Ammonia-N concentration in alfalfa silage and its effects on dairy cow performance: A meta-analysis. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias,** n.30, p.175-184, 2017.

SANTOS, E. M. *et al.* **Ensilagem de plantas forrageiras para o Semiárido.** 1ª edição, São Luís, EDUFMA, 2016. 317p.

SCHERER, R. K.; GERLACH, K.; SUDEKUM, K. H. Biogenic amines and gamma-amino butyric acid in silages: Formation, occurrence and influence on dry matter intake and ruminant production. **Animal Feed Science and Technology**, 16 p., 2015.

SENGER, C. C. D. *et al.* Composição química e digestibilidade "in vitro" de silagens de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1393–1399, 2005.

SILVA, M. S. J. D. *et al.* Production technology and quality of corn silage for feeding dairy cattle in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.44, p.303-313. 2015. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S1806-92902015000900001.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ed. New York: Cornell University Press, 1994, 476p.

VICENTE, F. *et al.* Subclinical ketosis on dairy cows in transition period in farms with contrasting butyric acid contents in silages. **The Scientific World Journal**, v.2014, p.1-6, 2014.

WEINBERG, Z.G.; MUCK, R.E. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. **FEMS Microbiology Reviwes,** v.19, n.1, p.53-68, 1996.

WEISS, W.P. *et al.* Feeding silages. *In*: Silage Science and Technology. Buxton, D.R., MUCK, R.E., HARRISON, J.H. (ed.). **American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science of America**. Madison, Wisconsin. 469-504. 2003.

WEISS, K. Volatile organic compounds in silages – effects of management factors on their formation: A review. **Slovak Journal of Animal Science,** 50(1), 1–14, 2018.

WILKINSON, J. M.; MUCK, R. E. Ensiling in 2050: Some challenges and opportunities. **Grass and Forage Science**, v.74, p.178-187. 2019. DOI: https://doi.org/10.1111/gfs.12418.

ZANELLA, J. B. **Aditivos químicos ou microbiológico na silagem de milho**. 2022.

ZEBELI, Q. *et al.* Invited review: Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle. **Journal Dairy Science** 95:1041–1056, 2012.

ZHANG, X. *et al.* Impact of ammonia and biogenic amines on rumen microbial activity and protein metabolism in ruminants. **Animals**, v. 13, n. 2, p. 302, 2023.

07

FORMAÇÃO EM BOAS PRÁTICAS E SEGURANÇA EM LABORATÓRIOS NO CONTEXTO DA UNIVERSIDADE

Shirlenne Ferreira Silva
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Luan Felipe Reis Camboim
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Barbara Lorena Virginio Monteiro do Nascimento
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Ravickson da Rocha Reis
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Dejânia Rodrigues da Silva
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Brenda Barbosa de Souza
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

George Campos de Brito Vieira
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Maria Juliana Austríaco Silva
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Alexandre Fernandes Perazzo
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Ricardo Loiola Edvan
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

10.37885/250719843

RESUMO

A Segurança de laboratórios pode ser definida como um conjunto de enunciados, condutas e normas, elaborados com finalidade específica. Essa finalidade fundamenta-se em assegurar o bem-estar, a vida e a saúde, tanto dos seres humanos quanto do meio ambiente. Nesse sentido, foi realizada uma formação sobre boas práticas e segurança de laboratórios no Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Piauí, com alunos de graduação e pós-graduação dos cursos de Agronomia e Zootecnia, com o intuito de diminuir as lacunas observadas na formação de estudantes das agrárias e áreas correlatas. O objetivo foi apresentar, revisar e capacitar os discentes sobre Boas Práticas e Medidas de Segurança em Laboratórios de Forragicultura, Genética e Nutrição Animal, que em sua estruturação envolvem análises referentes à Química, Microbiologia, Sanidade, Genética, Forragicultura e Nutrição Animal. A formação ocorreu em dois momentos: teórico e prático. As abordagens práticas foram de caráter lúdico, o que proporcionou maior interatividade, interesse e conclusão das atividades, bem como a absorção dos conceitos considerados fundamentais e corriqueiros do dia a dia nos laboratórios. Enfatiza-se a importância do desenvolvimento de mais formações ou a inserção de disciplina específica em Biossegurança para aprimorar a formação dos estudantes das Ciências Agrárias, assim também, como a necessidade de um aprimoramento destinado aos profissionais em exercício, visando o aprofundamento dos conhecimentos na especialidade. É por meio da capacitação dos alunos que podemos contribuir para a diminuição de acidentes e para a formação de profissionais responsáveis e de excelência para a sociedade.

Palavras-chave: Ensino; EPI´s; reagentes; riscos; segurança ambiental.

INTRODUÇÃO

O ensino tem enfatizado a importância de atividades experimentais para a aprendizagem e replicação dos conhecimentos científicos. Laboratórios são locais adequados para a realização de análises qualitativas ou quantitativas, sendo elas de natureza física, química ou biológica.

Ao longo da história do ensino no Brasil, os laboratórios sempre foram instrumentos fundamentais para uma educação de qualidade, pois eles garantem a vinculação entre a teoria e a prática, a apropriação de conhecimentos científicos e a formação de novos cientistas. É no ambiente de laboratório que as investigações práticas e demonstrações são oportunizadas, pois diminuem as abordagens teóricas e aproximam mais os alunos da realidade.

A segurança no ambiente de laboratórios é um conjunto de enunciados, condutas e normas, que foram elaboradas para uma finalidade específica. Essa finalidade, tem como fundamento assegurar o bem-estar, a vida e a saúde, tanto dos seres humanos quanto do meio ambiente (Okebukola *et al.,* 2020), diante das múltiplas adversidades vivenciadas pelos pesquisadores e trabalhadores, sobretudo nos meios industrial e laboratorial (FioCruz, 2021).

Além das finalidades atribuídas ao laboratório, na literatura, são várias as terminologias utilizadas para denominar as atividades realizadas nesse espaço. Entre elas, destaca-se: aula prática, aula de laboratório, experiência, atividade experimental, análises químicas, ensaios experimentais, atividade experimental investigativa e experimentação didática (MEC, 2025). Por ser um ambiente multidisciplinar, a variedade e o grau de risco nos laboratórios são grandes, devido à presença de diversas substâncias tóxicas, corrosivas, inflamáveis, bem como pelo uso de máquinas, ferramentas e aparelhos que representam perigo em potencial, por isso, merecem cuidados especiais.

Apesar das diversas abordagens das instituições de ensino reconhecerem a importância da experimentação, ainda há lacunas na formação de professores e demais profissionais, para lidar com experimentos em sala de aula e em laboratórios, sejam didáticos, de pesquisa ou industriais. Regras e normas básicas de segurança são omitidas durante a graduação, assim como na pós-graduação, em que as pesquisas são essenciais.

É comum que os alunos tenham dúvidas simples durante aulas práticas, e a falta de conhecimento sobre certos procedimentos pode gerar insegurança na execução de atividades ou até mesmo, atitudes imprudentes. Entre os riscos e procedimentos inadequados mais frequentes em laboratórios, destacam-se: manuseio incorreto das luvas, armazenamento de materiais sem identificação, transporte inseguro de reagentes e amostras, exposição a agentes agressivos e tóxicos, lesões com produtos químicos cáusticos e corrosivos, queimaduras com produtos inflamáveis, acidentes com vidrarias e materiais cortantes e contundentes, acidentes com equipamentos elétricos, incêndios, entre outros.

Outro ponto crucial é a possibilidade de gerar resultados incorretos, seja por métodos inadequados, falta de instrução ou atenção de quem executa alguma atividade, e até mesmo por vidrarias mal lavadas, que geram contaminação cruzada ou equipamentos descalibrados. As técnicas em laboratório devem ser realizadas de maneira criteriosa, assegurando confiabilidade, exatidão e precisão de resultados, seguindo todos os princípios de Boas Práticas de Laboratório (BPL).

Dessa forma, o ensino e aprendizagem eficazes sobre segurança e técnicas de laboratório podem ser alcançados mediante abordagem didática, específica e clara, tanto da teoria, quanto da execução prática. Tal ação proporciona ambiente laboratorial seguro, com alunos mais confiantes ao realizarem as atividades práticas, o que os instiga a desenvolverem melhor o senso crítico e, consequentemente, formar profissionais mais capacitados e habilitados para o mercado de trabalho.

Dados gerados por meio de amostragens corretas e análises minuciosas melhoram a confiabilidade dos resultados gerados na pesquisa, no tempo de duração das atividades práticas, reduz os custos com reposição de vidrarias quebradas e de gastos com reagentes desperdiçados para refazer análises.

Nesse sentido, surgiu a proposta da formação: Boas Práticas e Segurança em Laboratórios, configurando-se como uma oportunidade ímpar para favorecer a sensibilização de estudantes e profissionais da área, mediante abordagem educativa e não apenas instrutiva, que impacta não apenas os agentes do meio universitário, mas também toda a comunidade.

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

O compartilhamento do relato nesse capítulo visa que outros possam reproduzi-lo e aprimorá-lo a partir dessa experiência, tornando alunos e professores, agentes multiplicadores nas boas práticas e atividades de laboratórios.

DETALHAMENTO DA EXPERIÊNCIA

A formação foi idealizada pelos docentes Dra. Shirlenne Ferreira Silva, Dr. Ricardo Loiola Edvan, e Dr. Alexandre Fernandes Perazzo, ambos da Universidade Federal do Piauí (UFPI), com o intuito de diminuir as lacunas observadas na formação de estudantes de Ciências Agrárias e áreas correlatas. O objetivo da formação foi apresentar, revisar e capacitar os estudantes sobre Boas Práticas de Laboratório (BPL) e Medidas de Segurança em Laboratórios de Forragicultura, Genética e Nutrição Animal, que em sua estruturação envolvem análises referentes à Química, Microbiologia, Sanidade, Genética, Forragicultura e Nutrição.

Durante a capacitação, foram abordados aspectos fundamentais sobre as boas práticas de laboratório, bem como os procedimentos de segurança essenciais que são requisitados em diversas situações. Também houve a exposição inicial, de caráter interdisciplinar, de outros temas como: Normas e ética no funcionamento de laboratórios, organização de laboratórios e almoxarifados, rotulagem, vidrarias e equipamentos comumente utilizados em laboratórios, gerenciamento de resíduos, e noções de primeiros socorros em casos de acidente. Foram disponibilizadas 30 vagas para discentes dos cursos de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, que deveriam inscreverem-se por meio do Formulário do Google (Google Forms).

A formação foi organizada em dois períodos, com duração de 8 horas cada, totalizando uma carga horária final de 16 horas. O primeiro período foi dividido em momento teórico com a apresentação do tema, histórico da organização e funcionamento de laboratórios de pesquisa no mundo e Brasil, noções sobre a estrutura geral de um laboratório, seu funcionamento, uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) e os nomes das vidrarias e equipamentos que normalmente estão presentes em laboratórios, temas abordados pela manhã e tarde nas dependências do Departamento de Zootecnia, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí- UFPI (Figura 1).

Figura 1 - Professora formadora durante o primeiro dia no momento teórico.



Fonte: os autores (2024).

No segundo dia de formação, foram realizadas várias atividades práticas em forma de circuito/gincana, visando consolidar e dar sentido aos conhecimentos abordados anteriormente. Os estudantes foram divididos em seis grupos de cinco para realizarem o circuito, sendo avaliados de forma prática em cada etapa do processo e ao final realizariam uma prova de aprendizagem, para gerar o certificado individual.

A primeira atividade prática consistiu em identificar os tecidos de jalecos utilizados em laboratório (algodão, oxford e gabardine), e a relevância dessa informação, uma vez que, o jaleco é um Equipamento de Proteção Individual (EPI) obrigatório e protege o usuário e o ambiente de trabalho contra contaminações e riscos. Os estudantes foram orientados de que o jaleco atua como uma barreira física contra substâncias perigosas, como produtos químicos usados no laboratório e agentes biológicos, além de evitar a contaminação das roupas pessoais e do ambiente de trabalho (Figura 2).

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

Figura 2 - Atividade prática de identificação do tecido do jaleco.



Fonte: os autores (2024).

A segunda atividade permitiu aos alunos colocarem as luvas de forma correta, e a retirá-la de modo a não contaminarem-se. A remoção correta das luvas é crucial para evitar a contaminação, tanto do profissional quanto do ambiente, especialmente em contextos onde há o risco de contato com agentes biológicos ou químicos. A técnica adequada garante que a parte externa da luva, potencialmente contaminada, não entre em contato com a pele, minimizando o risco de infecções ou contaminação (Do Rio *et al.,* 2021).

O circuito continuou com o rodízio dos grupos na realização das etapas, sendo avaliados quanto à marcha correta de cada prática/análise e o tempo dispendido para tal realização. Os alunos foram treinados quanto à identificação de vidrarias, classificação e organização de reagentes por grupo de risco, como usar o chuveiro de proteção, funcionamento do bloco digestor para digestão de amostras para a determinação de proteína bruta, como transportar reagentes e por fim, a prova final.

Cada grupo foi deixado a realizar as atividades do circuito e executar a marcha da análise/procedimento, indicando quais equipamentos/vidrarias

seriam necessários, tudo isso sob a supervisão e acompanhamento da professora formadora e monitores, de modo a assegurar que todos aprendessem a maneira correta de como realizar cada operação em cada circuito, e o porquê de cada vidraria/reagente utilizado (Figura 3). Dessa forma, os procedimentos foram realizados para que os alunos pudessem acompanhar os acertos, equívocos, dificuldades e facilidades da atividade em questão.

Figura 3 - Identificação e organização das vidrarias.



Fonte: autores (2024).

Um ponto que foi bastante enfatizado com relação às vidrarias e soluções nelas contidas, foram as informações do produto anexadas nos frascos, sejam de plástico ou vidro. Elas são extremamente valiosas e devem ser lidas atentamente, para que os alunos estejam cientes do que estão manuseando e quais são os riscos de um eventual acidente.

Outro ponto abordado de maneira prática, foi sobre a limpeza do laboratório ser feita de forma especial. Os riscos de acidentes estão presentes em qualquer área de trabalho, sendo de grande preocupação dos gestores destas áreas, seja na indústria, no comércio, nas empresas, nas escolas e inclusive nas universidades. Esta preocupação se faz, principalmente, no ambiente universitário, pois é onde o discente está adquirindo conhecimento para a sua vida profissional. Compreender o significado de risco é conhecer os perigos aos quais os trabalhadores estarão expostos em função da atividade laborativa desenvolvida.

Logo após o circuito sobre técnicas de utilização de vidrarias e equipamentos, iniciamos a organização dos reagentes por grupo de risco. O objetivo era fazer com que os alunos refletissem sobre a melhor forma de organizar um conjunto de reagentes. Para isso, foram dispostos alguns reagentes na bancada. Cada frasco continha no rótulo as informações sobre sua classificação: natureza do reagente e o risco que ele causa segundo o diagrama de Hommel. Dessa forma, com plaquinhas lúdicas, os alunos deveriam relacionar os reagentes a elas, de acordo com sua classificação (Figura 4).

Figura 4 - Classificação dos reagentes de acordo com o diagrama de Hommel.



Fonte: os autores (2024).

O Diagrama de Hommel é um artifício que permite fornecer as informações características de um produto químico de forma rápida, com diferentes propriedades, a saber: amarelo (Reatividade), vermelho (Inflamabilidade), azul (Riscos à saúde) ou branco (Riscos específicos- Figura 5).

Figura 5 - Esquema sobre o Diagrama de Hommel.



Fonte: Banco de imagens gratuitas do Google imagens.

Ele é um símbolo da Nacional Fire Protection Association (NFPA), formado por quatro losangos de mesmo tamanho, porém de cores diferentes, que representam o risco. Os losangos apresentam um número de 0 a 4, exceto para os Riscos Específicos, em que deve-se escrever alguma sigla: oxy (oxidante), cor (corrosivo), acid (ácido), tox (tóxico) etc. Os números indicam o "nível" de perigo vinculado àquele atributo, ou seja, quanto maior o número, maior o perigo. Assim, nessa dinâmica, cada grupo recebeu plaquinhas com os nomes de reagentes, comuns nos laboratórios da área, e o diagrama para serem preenchidos conforme a percepção de cada um sobre o risco oferecidos pelos reagentes.

Após o circuito de Hommel, iniciou-se o momento para a organização dos reagentes nos armários de acordo com cada grupo de risco. Os alunos deveriam organizar cada um dos reagentes do laboratório de acordo com sua incompatibilidade química, por exemplo: reagentes ácidos e básicos são considerados incompatíveis quimicamente, o que significa que eles podem reagir violentamente quando entram em contato, pois a reação libera calor, produzindo vapores corrosivos ou inflamáveis, e em alguns casos, pode levar a explosões (Figura 6).

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

Figura 6 - Circuito de organização dos reagentes no armário segundo o grupo de risco.



Fonte: os autores (2024).

Além de ácidos e bases, outros reagentes químicos também podem ser incompatíveis e precisam ser armazenados separadamente, como reagentes oxidantes e inflamáveis, ou reagentes que podem formar peróxidos. Todos os alunos foram treinados para seguir as instruções do fabricante sobre o armazenamento de reagentes e sempre consultar as fichas de segurança dos produtos químicos, para identificar incompatibilidades e medidas de segurança adicionais.

Por conseguinte, acentuamos a importância dos conhecimentos químicos no processo de organização laboratorial, destacando as formas corretas e incorretas de realizá-la, o uso de alguns artifícios utilizados, como tabelas de (in)compatibilidade química. Não obstante, foi feita a contextualização para envolver os alunos dando sentido às informações. Um exemplo de contextualização foi a tragédia ocorrida no Líbano. Em 2020, no porto da capital do país (Beirute), uma explosão tomou conta da cidade deixando milhares de pessoas feridas e centenas de mortes. Ao que tudo indica, a explosão ocorreu devido à má armazenagem de toneladas de nitrato de amônio (Al-Hajj *et al.,* 2021).

Essa substância, um cristal branco, é utilizada principalmente como fertilizante, embora também seja um componente da dinamite (Bertotti, 2024). Por causa da facilidade de oxidação, o nitrato de amônio, quando submetido a condições inadequadas, gera reações químicas que resultam em óxidos de nitrogênio no estado gasoso, levando à explosão.

Durante a formação, houve o momento de reflexão sobre gerenciamento de resíduos e a relação da universidade com eles. Abordamos a importância da ordem de prioridade em um processo de gerenciamento de resíduos. Destacamos a importância de todos, incluindo professores, técnicos e alunos, em prover o manejo adequado de quaisquer resíduos que porventura sejam produzidos, principalmente, com questões associadas à saúde ambiental.

O último momento do circuito foi a prova de aprendizagem que envolveu todos os conceitos abordados nos dois dias da formação. A avaliação consistiu em questões objetivas, para auxiliar os alunos a fixarem o que foi aprendido durante a formação. Após a correção das provas, todos os grupos foram aprovados e gerados os certificados.

DISCUSSÃO

Foram ofertadas 30 vagas por meio da plataforma Google Forms. O número de vagas oferecidas visava garantir a segurança dos participantes, tendo em vista que a formação no momento das práticas aconteceria dentro dos laboratórios, outrora citados. Dentre os inscritos, havia alunos de pós-graduação (mestrado e doutorado) e graduandos de diferentes períodos dos cursos de Agronomia e Zootecnia.

No primeiro dia da formação, quando realizada a abordagem sobre o histórico dos laboratórios no mundo e Brasil percebeu-se o foco e concentração de todos, em virtude da novidade do tema e dos avanços alcançados na área para a realização de análises tão importantes para a área das Ciências Agrárias. Contudo, devido ao caráter predominantemente expositivo desse momento, eles permaneceram em silêncio na maior parte do tempo, fazendo perguntas pontuais.

As perguntas eram criativas e relevantes, muitas vezes abordando outras áreas do conhecimento. Por exemplo, questionaram o motivo dos laboratórios

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

serem precários, muitos dos equipamentos frequentemente estarem quebrados e a falta de responsabilidade de alguns usuários das dependências com relação à segurança individual e coletiva. As perguntas geraram engajamento, despertando o interesse de todos os presentes e iniciando um debate sobre as temáticas.

Após a formação teórica, no segundo dia ocorreu a formação prática. Nesse momento, os discentes demonstraram maior entusiasmo, principalmente nos circuitos que utilizavam elementos lúdicos. Essa estratégia possibilitou aos estudantes um estado de animação, muitas vezes até de euforia, canalizando energia e foco para o circuito, tornando-o bastante divertido e enriquecedor. Ressaltamos a importância de incluir atividades lúdicas nas formações, pois elas são fundamentais no desenvolvimento do raciocínio, da coordenação motora e da parte cognitiva, além de serem instrumentos para dar sentido e significado às informações absorvidas e ainda não consolidadas.

O uso da formação prática para concretizar o que havia sido discutido em termos teóricos foi importante por possibilitar que os estudantes percebessem quais conceitos e ações pareciam claros, e os que ainda estavam confusos para alguns. Isso evidenciou aos formadores que o conteúdo, embora parecesse autossuficiente, não era completamente compreendido. No entanto, as práticas em grupo possibilitaram que os alunos se ajudassem mutuamente, o que resultou em um desempenho satisfatório no geral.

Após a identificação e organização das vidrarias e equipamentos, iniciou-se a parte sobre a organização dos laboratórios. Percebeu-se, que os alunos possuíam maior habilidade nessa parte. Os alunos aprenderam que o ambiente de laboratório, constituído por seus componentes: mesas, bancadas, pisos e paredes devem estar sempre limpos e não devem abrigar nenhum material estranho às atividades nele executadas.

Durante a limpeza e organização diária do laboratório, foi enfatizado que os usuários devem ter muita atenção quanto à presença de material perfurocortante, devendo ser descartados em recipientes apropriados e resistentes à perfuração, e em caso de cacos de vidros eles devem ser embrulhados em jornal ou papel com uma etiqueta escrita "cacos de vidro" no pacote, para evitar que os responsáveis pela coleta do lixo sofram algum acidente. Viram também que é crucial evitar o uso de produtos que deixem o piso escorregadio, lavar

todo o material após o uso e principalmente utilizar os EPI's durante todo o processo de limpeza.

Quanto às vidrarias, elas devem estar em perfeita condição de uso, não podem conter rachaduras, pontas quebradas, conter resíduos, evitando que alguém ao usá-las, exponha-se a riscos desnecessários, e devem estar limpas, a fim de impossibilitar a ocorrência de alterações nos resultados das análises.

No circuito de organização dos reagentes, este proporcionou um momento reflexivo para os estudantes. Eles mantiveram-se focados principalmente no agrupamento de substâncias com natureza química similar, aplicando o conhecimento da formação teórica sobre o diagrama de Hommel e o grupo de risco. Houve similaridade na organização de cada grupo, por exemplo, todos os ácidos foram agrupados juntos por todos os grupos, mas também houve divergências, como no caso do carbonato de potássio e de algumas bases.

Alguns reagentes receberam classificação distinta em comparação ao que eles acreditavam, o que gerou engajamento na discussão. Também ficou evidente que alguns eram mais conhecidos em termos de propriedades químicas do que outros. Por exemplo, cloreto de sódio, álcool etílico e ureia foram organizados de forma semelhante por cada grupo, enquanto o Trietileno glicol, sulfato de sódio anidro e o brometo de Cetiltrimetilamônio geraram bastante dúvidas sobre quais grupos pertenciam.

Todo o circuito completo demandou mais tempo do que o previsto, contudo, como as abordagens práticas em sua maioria eram de caráter lúdico, isso proporcionou maior interatividade, interesse e conclusão das atividades, bem como a absorção dos conceitos considerados fundamentais e corriqueiros do dia a dia nos laboratórios. Diante disso, ressaltamos a necessidade de a universidade oferecer mais cursos de formação que abordem de maneira aprofundada, as temáticas sobre classificação de risco em ambiente de laboratórios, primeiros socorros em caso de acidentes, e a destinação correta de resíduos. Sobre esse último tema, não podemos subestimar sua importância, uma vez que, os resíduos gerados a partir das análises químicas requerem tratamento adequado e rigoroso, e estão verdadeiramente presentes em quantidade considerável, dependendo do local e situação (Majolo *et al.,* 2023).

Várias pautas ainda foram ressaltadas, como a dificuldade no gerenciamento de resíduos, a complexidade, tanto científica como política do tema, a

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

melhoria estrutural dos laboratórios, a atenção para a inclusão de pessoas com deficiência em laboratórios, tendo em vista que esse espaço requer adaptações para garantir um ambiente de trabalho acessível e acolhedor. Isso envolve a criação de espaços físicos acessíveis, a disponibilização de equipamentos adequados e a promoção de uma cultura de inclusão entre os colaboradores.

Outrossim, percebemos também a necessidade de ampliar a divulgação da formação em laboratórios, em escolas da educação básica (com ressalvas e adaptações), pois esse tipo de conteúdo pode ser relevante não apenas para a formação dos participantes, mas para a promoção dos cursos oferecidos pela universidade, sendo uma forma de apresentar a área das Ciências Agrárias como uma opção atraente e acessível para os alunos do ensino básico, destacando seus benefícios e preparando-os para o futuro.

Diante de tudo que foi abordado, após alguns meses da formação, como feedback, os formadores perceberam que os alunos que participaram da formação, demonstraram além de maior interesse, maior segurança ao realizarem suas atividades nos laboratórios. Consequentemente, o número de incidentes envolvendo quebra de vidrarias, desorganização do ambiente de trabalho e dúvidas sobre manuseio e segurança de reagentes, diminuíram consideravelmente.

Isso mostra que a formação cumpriu seu objetivo em tornar os alunos mais responsáveis, conscientes e capazes de gerenciar situações de risco no dia a dia. Além de tudo, os habilitou como futuros formadores e transmissores das informações necessárias par a segurança individual e coletiva para os novatos que chegarem posteriormente, tornando assim o laboratório um ambiente de trabalho seguro e produtivo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Enfatiza-se a importância do desenvolvimento de mais formações ou a inserção de disciplina específica em Biossegurança para aprimorar a formação dos estudantes das Ciências Agrárias, assim também como a necessidade de um aprimoramento destinado aos profissionais em exercício, visando o aprofundamento dos conhecimentos na especialidade.

Constatou- se a importância de práticas lúdicas e em formato dinâmico para estimular o interesse e a aprendizagem dos alunos, pois foi notável a

motivação, interação e aguçamento dos questionamentos na realização do circuito/gincana. Isso representa um momento de estímulo da criatividade. Desta forma, as abordagens lúdicas e interativas nos treinamentos e capacitações nas agrárias, revelam-se fundamentais para facilitar a aprendizagem desse conteúdo, dada sua importância.

Destaca-se ainda, que há grande deficiência na formação dos estudantes no que se refere às práticas de rotina e segurança laboratorial, gestão de resíduos, assim como na habilidade em manusear corretamente reagentes e vidrarias utilizadas. Nesse sentido, percebemos que é grande a necessidade de que a temática seja incorporada aos currículos dos estudantes de forma obrigatória, pois é alarmante que profissionais sejam formados, sem que dominem conhecimentos básicos de segurança laboratorial.

Além disso, é de interesse dos idealizadores da formação, replicá-la a cada semestre, para alcançar o maior número de estudantes, principalmente aqueles que estão chegando na universidade e apresentam perfil para esse tipo de atividade. Por fim, é por meio da capacitação e formação dos alunos que podemos contribuir para a diminuição de acidentes e para a formação de profissionais mais responsáveis para a sociedade.

REFERÊNCIAS

AL-HAJJ, S. *et al.* Beirut Ammonium Nitrate Blast: Analysis, Review, and Recommendations. **Frontiers in Public Health**, v. 9, p. 1-11, jun., 2021.

BERTOTTI, M. **Explosão em Beirute: quando a negligência se transforma em tragédia.** Jornal da USP, 06 ago. 2020. Disponível em: https://jornal.usp.br/artigos/explosao-em-beirute-quan do-a-negligencia-se-trans- forma-em-tragedia. Acesso em: 13/07/2025.

DO RIO, C. *et al.* O uso de luvas pela equipe de enfermagem em ambiente hospitalar. **Ver. Bras. Enferm.** 74(2): e20200972, 2021.

FIOCRUZ, Núcleo de Biossegurança. **Segurança química**. Rio de Janeiro. 2021. Disponível em: http:// biosse- guranca.ensp.fiocruz.br/seguranca-quimica. Acesso em: 29 de julho de 2025.

MAJOLO, C. *et al.* Manual de gerenciamento dos resíduos de laboratório da Embrapa Amazônia Ocidental. **Documentos 160**, Embrapa Ocidental, Manaus, Amazônia, 66p., 2023.

MEC- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Documento técnico: Laboratórios**. Laboratórios. / Joelma Bomfim da Cruz. – Brasília: Universidade de Brasília, 2007, 103 p. Disponível em: https://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/profunc/13_laboratorios.pdf. Acesso em: 29 de julho de 2025.

OKEBUKOLA, P. A. *et al*. Investigating Chemical Safety Awareness and Practices in Nigerian Schools. **Journal of Chemical Education,** v. 98, n.1, p. 105 - 112, 2020.

08

PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DE SORGO

Regina Maria Fontenele Magalhães
Secretaria de Estado da Educação Piauí (SEDUC-PI)

Daniel de Carvalho Gomes
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

David Tcharly Oliveira Leite
Universidade Estadual do Piauí (UESPI)

Alexandre de Sousa Freitas
Universidade Estadual do Piauí (UESPI)

Gustavo Cruz Sousa
Universidade Estadual do Piauí (UESPI)

Verônica Larangeira da Silva
Universidade Estadual do Piauí (UESPI)

Shirlenne Ferreira Silva
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Dhiéssica Morgana Alves Barros
Serviço Nacional de Aprendizagem Rural Piauí (SENAR PIAUI)

Lucas Silva Bezerra
Progresso Agroindustrial LTDA (GRUPO PROGRESSO)

Francisco José Paiva Nascimento
Secretaria de Agricultura de Piracuruca Piauí

10.37885/250719859

RESUMO

O Sorgo é considerado o quinto cereal mais produzido no mundo. Apresenta enorme utilidade em regiões quentes e secas, onde o homem não consegue boa produtividade de grãos ou de forragem cultivando outras espécies, como o milho. A realização de uma colheita exitosa, é fundamental para garantir o máximo aproveitamento dos recursos investidos, aumentando o rendimento e diminuindo os desperdícios. Neste sentido, a mecanização é fundamental para garantir uma colheita eficiente e com produto de melhor qualidade. Os principais cereais produzidos no mundo, como o sorgo, por exemplo, podem ser colhidos de forma mecanizada, sendo que esta operação requer atenção especial para minimizar as perdas no processo de colheita. Apesar do avanço da tecnologia moderna de colheita de cereais, a colheita mecanizada ainda causa perdas consideráveis. Dentre os fatores que afetam diretamente as perdas durante o processo de colheita, destaca-se a velocidade de deslocamento da colhedora. A eficiência no campo, de uma colhedora automotriz está em torno de 70%, indicando que em 10 horas de colheita, o equipamento deve trabalhar pelo menos 7 horas colhendo, sendo admissível até 3 horas com paradas para abastecimento, almoço do operador, movimentações nas cabeceiras, etc. A minimização de perdas na colheita de grãos para um patamar aceitável pode ser obtida por meio do treinamento adequado dos operadores, da apropriada manutenção das colhedoras, da eficiente regulagem das máquinas, da escolha da correta velocidade de trabalho e da operação da colheita no momento adequado.

Palavras-chave: Cerrado; produção de grãos; regiões secas; *Sorghum bicolor* (L.) Moench; velocidade da máquina colhedora.

INTRODUÇÃO

O Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é considerado o quinto cereal mais produzido no mundo, e, inferior à produção do trigo, arroz, milho e cevada (Agroadvance, 2025). A sua excelente adaptabilidade a ambientes com escassez de água tornou-se uma escolha abrangente em regiões tropicais e subtropicais de todo o mundo, incluindo África, Ásia, Oceania e Américas (Carmo *et al.,* 2020). A nível mundial, a área total cultivada com sorgo granífero em 2022 foi cerca de 37 milhões de hectares e produção de 60,1 milhões de toneladas (USDA, 2022).

No Brasil, o cultivo do sorgo tem aumentado nas últimas safras, visto que é uma importante cultura, na qual possui excelentes características agronômicas de desenvolvimento, revelando alto potencial de produção nas diferentes regiões do País. O Brasil é o oitavo maior produtor global, atingindo na safra de 2022/2023 uma área de cultivo próximo de 1,4 milhão de hectares, representando incremento de 25,4%, com produção de 4,7 milhões de toneladas, 47,2% a mais que na safra anterior (CONAB, 2023).

Dentre os maiores estados produtores, destaca-se o Goiás que ocupa a primeira colocação no ranking, respondendo por cerca de 35% da produção total, seguido dos estados de Minas Gerais e Mato Grosso do Sul. A área cultivada com sorgo tem aumentado em todo o país, na última safra a área plantada teve um aumento na região Norte (56%), Sudeste (75%) e Centro-Oeste (38,5%) (CONAB, 2023).

Previsões feitas pela Organização das Nações Unidas para a alimentação e a Agricultura (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO, 2020), afirmam que a demanda de produção de alimento sofrerá um aumento de 70% até 2050, sendo assim, deve-se voltar os olhos para todos os fatores de interferência na produção, principalmente em relação às perdas durante a colheita.

Apesar do avanço da tecnologia moderna de colheita de cereais, a colheita mecanizada ainda causa perdas consideráveis, ocasionado devido ao tempo de operação da máquina, umidade dos grãos, altura da plataforma de corte, ajuste inadequado da máquina e velocidade de deslocamento, o que reduz a produtividade e, portanto, os lucros dos agricultores.

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

De maneira geral, padrões internacionais informam que a tolerância de perdas aceitável na colheita mecanizada de cereais é de até 1,5 saca (90 kg) por hectare (EMBRAPA, 2015). As perdas na colheita mecanizada podem ser parcialmente evitadas, proporcionando redução no custo de produção e incremento no lucro desenvolvido na atividade. Para reduzir essas perdas alguns estudos estão sendo realizados no Brasil.

Dentre os fatores que afetam diretamente as perdas durante o processo de colheita, destaca-se a velocidade de deslocamento da colhedora. Caso os limites de velocidade recomendados não sejam seguidos, o sistema de trilha da colhedora pode ficar sobrecarregado, aumentando a quantidade de grãos não debulhados. Assim, na determinação da velocidade de condução, além de considerar a capacidade de trabalho da colhedora, deve-se considerar também o cumprimento de perda tolerável (Cunha; Zandbergen, 2007).

Apesar da cultura do Sorgo estar cada vez mais ganhando espaço nos cerrados, principalmente no cultivo de segunda safra, pesquisas sobre as perdas durante a colheira são importantes para minimizar os erros e maximizar a produção desse cereal tão importante. Nesse sentido, com esta revisão, objetiva-se discorrer a respeito da importância do sorgo e as perdas ocasionadas no momento da colheita mecanizada.

REVISÃO DE LITERATURA

Cultura do Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.))

O Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.)) Moench, pertencente à família Poaceae, é um dos cereais mais plantados no mundo e caracteriza-se por alta produção e potencial econômico (Souza, 2020). A cultura de sorgo é originária do noroeste da África, o consumo desse cereal pela população, especialmente a africana, chega a quase 75% do total de alguns grãos produzidos em alguns países como Sudão e Nigéria (Albuquerque, Menezes e Freitas, 2021).

Essa cultura possui metabolismo C4, que se encontra em diferentes genótipos e é indicada para zonas quentes, por ser uma planta exigente em luz (Figura 1), mas em períodos muito quentes, o fornecimento de água aumenta significativamente na produção de grãos, forragem, silagem e biomassa (Souza, 2020).

Figura 1 - Cultura do sorgo granífero.



Fonte: banco de imagens gratuitas do Google imagens.

O sorgo apresenta enorme utilidade em regiões quentes e secas, onde o homem não consegue boa produtividade de grãos ou de forragem cultivando outras espécies, como o milho (EMBRAPA, 2007). A chegada do Sorgo no Brasil ocorreu por meio dos escravizados africanos, sendo chamado de Milho da Angola ou Milho da Guiné (Figura 2). As primeiras sementes de Sorgo vindas para o Brasil, foram trazidas pelo Nordeste, na época de intenso tráfico de escravizados. A partir da segunda década do século XX, até o fim dos anos 60, o cultivo da cultura foi reintroduzido de forma ordenada no país, graças à institutos de pesquisa e universidades (EMBRAPA, 2007).

Figura 2 - Escravizados utilizando o sorgo em sua rotina alimentar.



Fonte: Associação Brasileira dos Produtores de Milho e Sorgo.

O Brasil possui excelentes condições para o cultivo do Sorgo, visto que está a menos de 40° de latitude sul, podendo essa cultura tornar-se de grande importância para regiões que são consideras secas, como as do bioma Cerrado, uma vez que, o sorgo é uma planta resistente ao déficit hídrico (Fornazieri Junior *et al.,* 1999).

No decorrer do ciclo da cultura, a exigência hídrica varia entre 380 a 600 mm de água, dependendo das condições climáticas, principalmente em relação à temperatura (EMBRAPA, 2015). Assim, os produtores têm optado pelo plantio de sorgo para minimizar as perdas de safra, associada à seleção de culturas rústicas, tolerantes e resistentes a períodos de baixa umidade do solo (CONAB, 2023).

Importância social e econômica do Sorgo

O cultivo do sorgo tem impacto positivo na economia, pois diferentes cultivares e tipos atendem à demanda da agroindústria (Lima, 2020). O grão de sorgo tem inúmeras aplicações na nutrição animal e humana. Pode ser utilizado na forma de ração ou silagem animal, seja em grão seco ou úmido. Na dieta

humana, o sorgo é uma importante fonte de fibras e compostos bioativos, sendo utilizado como farinha para produtos como pães, cuscuz, bolos, biscoitos e massas (Figura 3), além disso, também é utilizado na produção de álcool e cerveja. Além de possuir atributos agronômicos que conferem versatilidade e resistência ao sorgo, é relevante ressaltar sua contribuição para a fabricação de bioetanol.

Figura 3 - Bolinhos e pães feitos com o grão de sorgo.



Fonte: Associação Brasileira dos Produtores de Milho e Sorgo.

O sorgo é empregado como material primordial na produção de biocombustíveis, em especial o bioetanol, em virtude de seu teor de açúcares fermentáveis e é uma opção sustentável e com menor impacto ambiental quando comparada aos combustíveis fósseis. Dessa forma, a importância da cultura do sorgo vai além da garantia de segurança alimentar, abrangendo também a produção sustentável de energia e a diminuição das emissões de gases de efeito estufa ligadas ao setor de transporte (Rodrigues, 2015). Atualmente, os tipos de sorgo mais produzidos no Brasil são granífero, forrageiro, sacarino, biomassa e vassoura.

O sorgo granífero e o forrageiro por sua vez são utilizados principalmente para alimentação animal e corte/pasto. O granífero possui maior produção e consumo, o que se destaca economicamente (Landau *et al.,* 2020). Esta variedade

é cultivada para produzir grãos capazes de serem utilizados na alimentação de seres humanos e animais (Oliveira, 2015).

Na maioria das vezes em países desenvolvidos, a farinha de sorgo é usada para produzir rações balanceadas para aves, suínos e bovinos. Os grãos podem ser usados diretamente também. Ainda pode ser industrializado como matéria-prima para a produção de vários produtos, como álcool, amido, farinha, cera, cerveja e óleo comestível (Fornazieri Júnior *et al.,* 1999).

Essa cultura está se consolidando como uma peça fundamental no cenário agrícola nacional e global, oferecendo uma alternativa promissora para a safrinha brasileira. Sua resistência e versatilidade o tornam uma cultura valiosa para os agricultores.

O sorgo do grupo vassoura é utilizado para a produção de vassouras, ele possui altura que varia de 2 a 3 metros, onde sua panícula longa é transformada em vassouras artesanais voltada para utilização doméstica (Figura 4). É importante a escolha das panículas, pois o tamanho influencia na qualidade e duração das vassouras (Foltran, 2012). No sorgo sacarino e forrageiro, a biomassa são respectivamente utilizados para produção de etanol e açúcar. A energia de segunda geração, é para a produção de pellets (Oliveira, 2015).

Figura 4 - Plantação de sorgo tipo vassoura.



Fonte: www.pulsarimagens.com.br.

Colheita mecanizada do Sorgo

A realização de uma colheita exitosa, é fundamental para garantir o máximo aproveitamento dos recursos investidos, aumentando o rendimento e diminuindo os desperdícios. Neste sentido, a mecanização é fundamental para garantir uma colheita eficiente e com produto de melhor qualidade. Os principais cereais produzidos no mundo, como o sorgo, por exemplo, podem ser colhidos de forma mecanizada, sendo que esta operação requer atenção especial para minimizar as perdas no processo de colheita.

A colheita do sorgo é uma das principais partes da cadeia produtiva da cultura, pois é o momento em que vai ser retirado do campo o produto a ser comercializado, necessitando assim de agilidade e eficácia (Bottega *et al.,* 2014). Devido ao aumento da população e à diminuição da mão de obra disponível no campo, tornou-se necessário fazer a colheita de forma mecanizada. A primeira colhedora de cereal foi desenvolvida no ano de 1836 nos Estados Unidos, por Moore e Hascaii e sua fabricação em escala comercial no ano de 1880 no estado da Califórnia (Balastreire, 2007).

Atualmente, o mercado possui diversas colheitadeiras de grãos e com alta tecnologias (Figura 5). Apesar disso, surge com frequência novas máquinas com nível tecnológico ainda mais avançado, como por exemplo o mapeamento de produtividade (Cometti, 2012) com o GPS e sensores acoplando as máquinas, refletindo em aumento de eficiência e portanto lucros ao produtor (Vian e Andrade Júnior., 2010).

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

Figura 5 - Colheitadeira de sorgo granífero.



Fonte: autores (2203).

As colheitadeiras automotrizes realizam as operações de corte e trilhagem, no qual esse mecanismo de trilha é composto por cilindro ou rotor trilhador com fluxo de grãos no sentido radial ou axial. O côncavo, cilindro e batedor estão inseridos no mecanismo de trilha radial, sendo o tipo de trilha mais antigo, no qual a massa de grão passa no sentido transversal do rotor. Já no sistema de mecanismo de trilha axial o fluxo de massa nas máquinas se dá no sentido do rotor, facilitando o processo e aumentando assim a capacidade de operação (Nunes, 2016).

Perdas na colheita mecanizada do Sorgo

Mesmo com o avanço das tecnologias disponíveis através das modernas colhedoras de cereais, são contabilizadas perdas consideráveis na colheita mecanizada. Na colheita de sorgo, as principais perdas podem ser observadas na pré-colheita, na plataforma de corte, grãos soltos e grãos na panícula (EMBRAPA, 2011). Na colheita mecanizada as perdas acarretam diminuição na produtividade e consequentemente o lucro dos agricultores, reflexos do tempo de uso da máquina, altura da plataforma de corte, umidade dos grãos, má regulagem e velocidade de deslocamento da máquina (Holtz e Reis, 2013).

Na área de máquinas agrícolas, dentre os fatores apontados, os quais, interferem diretamente nas perdas durante a colheita, a velocidade de deslocamento

da colhedora tem um destaque especial. Quando não respeitados os limites de velocidade recomendados, o sistema de trilha da colhedora fica sobrecarregado, aumentando dessa maneira a quantidade de grãos não trilhados. Portanto, ao determinar a velocidade de deslocamento, além de se preocupar com a capacidade de trabalho da colhedora, deve-se levar em consideração se os níveis toleráveis de perdas estão sendo respeitados (Cunha; Zandbergen, 2007).

A colheita é realizada mecanicamente através de colhedoras automotrizes que realizam as operações de corte, trilhagem, separação da palha, limpeza, e descarga do grão em carretas. São as mesmas máquinas utilizadas para colheita da soja, trigo e arroz. A velocidade de trilha é muito importante ser bem regulada para se obter um grão de qualidade, sem alto índice de perdas e danos significantes.

Os danos mecânicos, como rachaduras, cortes e de menor intensidade, em muitos casos não visíveis, ocorrem durante o processo de trilha, no cilindro, durante a colheita (EMBRAPA, 2017). Ao iniciar a colheita mecânica dos grãos, o agricultor deve ter o cuidado de avaliar se a operação está sendo feita de forma eficiente, tendo o cuidado de verificar no depósito de grãos, a qualidade do grão colhido, e no campo, as perdas.

Colheitadeiras que apresentam até 5 anos de uso possuem menores perdas que colheitadeiras com mais de 6 anos, e, com o passar dos anos, as perdas de cereais e grãos são maiores por essas máquimas (Figura 6). Além disso, as colheitadeiras que possuem sistema de trilha do tipo axial, apresentam menores perdas do que colhedoras que possuem o sistema de trilha radial (Campos *et al.,* 2005). Cilindro trilhador com tamanho inferior a 85 rpm, apresentam menor perdas nos sistemas de separação e limpeza (Souza *et al.,* 2001).

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

Figura 6 - Armação para a coleta de grãos de sorgo perdidos após a colheita mecanizada.



Fonte: autores (2023).

O grão deve ser colhido livre de danos mecânicos e o sistema de limpeza da colhedora, funcionando adequadamente, evitando o envio de folhas e pedaços de colmo para o depósito de grãos. A eficiência no campo, de uma colhedora automotriz está em torno de 70%, indicando que em 10 horas de colheita, o equipamento deve trabalhar pelo menos 7 horas colhendo, sendo admissível até 3 horas com paradas para abastecimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A minimização de perdas na colheita do sorgo para um patamar aceitável, pode ser obtida por meio do treinamento adequado dos operadores, da apropriada manutenção das colhedoras, da eficiente regulagem das máquinas, da escolha da correta velocidade de trabalho e da operação da colheita no momento adequado.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. J. B.; MENESES, C.B.; FREITAS, R. S. **Origem, evolução e domesticação do sorgo**, p.59-80, 2021. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/52130/2/Cap-2-Origem-evolucao-domesticacao-sorgo.pdf. Acesso em: 04 de ago. 2025.

AGROADVANCE. **Sorgo granífero: alternativa estratégica para a 2ª safra.** São Paulo: Agroadvance, 2025. Disponível em: https://agroadvance.com.br/blog-sorgo-granifero/. Acesso em: 04 ago. 2025.

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas**. 3. ed. Piracicaba: Editora, 2007.

BOTTEGA, E. L. *et al.* Avaliação de uma colhedora e da qualidade de sementes de forragem colhidas por varredura. **Revista Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**, Campo Mourão, v. 9, n. 1, p. 10–20, 2014.

CAMPOS, M. A. O. *et al.* Perdas na colheita mecanizada de soja no Estado de Minas Gerais. **Engenharia Agrícola**, v. 25, p. 207–213, 2005.

CARMO, E. L. D. *et al.* Desempenho agronômico do sorgo grão cultivado em espaço de fileiras duplas no cerrado brasileiro. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 2, p. 422–432, 2020.

COMETTI, N. N. **Mecanização agrícola**. Curitiba: Livro Técnico, 2012. 160 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, v. 9, safra 2021/22, n. 10, julho 2022. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos-junho-2023.pdf. Acesso em: ago. 2025.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra,** 12º Levantamento – Safra 2020/2021. Brasília, 2021. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos-junho-2023.pdf. Acesso em: mar. 2023.

CUNHA, J. P. A. R.; ZANDBERGEN, H. P. Perdas na colheita mecanizada da soja na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Brasil. *Bioscience Journal*, v. 23, p. 61–66, 2007.

EMBRAPA. **Sorgo: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Pereira Filho, I. A.; Rodrigues, J. A. S. (ed. técn.). Brasília, DF: Embrapa, 2015. 327 p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

EMBRAPA MILHO E SORGO. **Sistemas de Produção**. v. 2, 3. ed., 2007. Disponível em: Infoteca-e: Cultivo do sorgo. Acesso em: abr. 2024.

FAO. **The State of Food and Agriculture. Overcoming Water Challenges in Agriculture**. Rome: FAO, 2020.

FOLTRAN, D. E. O sorgo-vassoura como alternativa agrícola regional. *Jornal Pesquisa & Tecnologia*, v. 9, n. 1, jan./jun. 2012.

FORNAZIERI JUNIOR, A. *et al.* **Manual Brasil Agrícola: principais produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1999.

HOLTZ, V.; REIS, E. F. Perdas na colheita mecanizada de soja: uma análise quantitativa e qualitativa. **Revista Ceres**, v. 60, n. 3, p. 397–405, 2013. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rceres/a/MFwmg8jdkCKxYWqdx7wm5Mh. Acesso em: ago. 2025.

LANDAU, E. C. **Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. v. 4, p. 414.

LIMA, F. C. **Potencial produtivo de diferentes genótipos de sorgo**. 2020. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Agronômica) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2020.

MANTOVANI, E. C. *et al.* **Colheita do sorgo granífero**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57277/1/Circ-1-Colheita-sorgo.pdf. Acesso em: 04 ago. 2025.

NUNES, J. L. S. **Tecnologia de sementes** – colheita. 2016.

OLIVEIRA, L. A. R. *et al.* Qualidade fisiológica e danos mecânicos de sementes de soja em função da regulagem da colhedora. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA – CONBEA, 46., 2017, Maceió. **Anais** [...]. Maceió: CONBEA, 2017. Disponível em: https://conbea.org.br/anais/publicacoes/conbea-2017/livros-2017/ctp-ciencia-e-tecnologia-pos-colheita-6/1387-qualidade-fisiologica-e-danos-mecanicos-de-sementes-de-soja-em-funcao-da-regulagem-da-colhedora/file. Acesso em: 04 ago. 2025.

OLIVEIRA, N. S. S. **Características bromatológicas de genótipos de sorgo submetidos a diferentes densidades de plantas em diferentes épocas de corte.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) – Universidade Federal de São João Del Rei, São João Del Rei, 2015.

RODRIGUES, J. A. S. **Cultivo do sorgo**. 9. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. 271 p.

SOUZA, C. L. W. *et al.* Aspectos comparativos entre milho (Zea mays L.) e sorgo (Sorghum bicolor L. Moench): diferenças e semelhanças. **Diversitas Journal**, v. 5, n. 4, p. 2337–2357, 2020.

SOUZA, C. M. A. *et al.* Avaliação de perdas em uma colhedora de fluxo axial para feijão. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 3, p. 530–537, 2001.

USDA. **Foreign Agricultural Service.** Sorghum explores, 2022. Disponível em: https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/commodityView.aspx?cropid=0459200&sel_year=2022&rankby=Production. Acesso em: 07 nov. 2022.

VIAN, C. E. F.; ANDRADE JÚNIOR, A. M. Evolução histórica da indústria de máquinas agrícolas no mundo: origens e tendências. *In*: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – SOBER, 48. **Anais**... Campo Grande, 2010.

09

MELANCIA: O PAPEL DAS ABELHAS NA POLINIZAÇÃO WATERMELON: THE ROLE OF BEES IN POLLINATION

Miriam monteiro da costa
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

Jordana de Lima Lucena
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

Nadison Barbosa Santana
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

Ediane Rodrigues Brito
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

Malena Andrade Nogueira
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

Milena Conceição de Jesus
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

Geni da Silva Sodré
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

10.37885/250819869

RESUMO

A produção de melancia (*Citrullus lanatus*) é fortemente dependente da polinização, principalmente por abelhas. Este estudo revisou aspectos botânicos da cultura, os tipos de polinização envolvidos, a eficiência da fecundação e os efeitos dos polinizadores na qualidade e rendimento dos frutos. Destacou-se a importância da polinização cruzada, sobretudo em cultivares triploides sem sementes, que requerem pólen viável de cultivares diploides. Fatores ambientais e de manejo, como o uso de pesticidas e disponibilidade de recursos florais, também influenciam a eficiência da polinização. Manter polinizadores naturais em ambientes agricultáveis é fundamental para a produção sustentável, com impactos positivos sobre a produtividade, a qualidade comercial e nos serviços ecossistêmicos.

Palavras-chave: *Citrullus lanatus*; entomofilia; melitofilia; sustentabilidade agrícola.

INTRODUÇÃO

A melancia *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai da família Curcubitaceae, é uma cultura economicamente viável no Brasil e no mundo, sendo uma das olerícolas mais consumidas globalmente, devido ao seu sabor adocicado e refrescante. Além de sua relevância econômica, o cultivo da melancia depende de um processo fundamental para o desenvolvimento de frutos de qualidade: a polinização (Subasinghe Arachchige *et al.*, 2022). Seu cultivo está associado à polinização eficaz das suas flores, estruturas necessárias para o desenvolvimento de frutos com características desejáveis, como tamanho, peso e sabor. Sua produção depende significativamente da polinização, um processo natural essencial para a formação de frutos e sementes (Delgado-Carrillo *et al.*, 2024).

Estudos indicaram que a polinização de cucurbitáceas, como melancia, é predominantemente entomófila, com destaque para a ação das abelhas (Dorjay; Abrol, 2022). A presença ou a ausência de predadores naturais, bem como o uso de técnicas de polinização artificial, pode influenciar significativamente parâmetros de qualidade dos frutos (Wijesinghe *et al.*, 2020).

O processo da polinização é influenciado por fatores bióticos, como diversidade, abundância e comportamento dos polinizadores, que afetam diretamente a taxa de visitação floral, o transporte eficiente de pólen e o ciclo reprodutivo das plantas (Arachchige *et al.*, 2023; Lebuhn; Luna, 2021). Já os fatores abióticos, como temperatura, umidade, vento e recursos florais disponíveis, influenciam tanto a atividade dos polinizadores quanto a viabilidade do pólen e a receptividade do estigma, impactando a eficiência do processo de polinização (Arachchige *et al.*, 2023).

Embora o processo de polinização seja bem reconhecido pela essencialidade ao cultivo de cucurbitáceas, ainda existem poucas investigações sobre como as variáveis ambientais e as práticas agrícolas podem interagir para otimizar a qualidade dos frutos em cultivos comerciais de melancias. Assim, estudar os efeitos da polinização nas culturas de melancia pode contribuir para a otimização da produtividade e qualidade dos frutos, principalmente no contexto de produção em larga escala. Este estudo abordou os aspectos botânicos da cultura da melancia, os diferentes tipos de polinização envolvidos, a eficiência

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

do processo de fecundação e os impactos dos polinizadores na qualidade e produtividade dos frutos.

DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento desta revisão, utilizaram-se as bases de dados *Scopus* e *Science direct, Google Scholar* e o Portal Periódicos CAPES, bem como a ferramenta de busca *Connected Papers* foram utilizados para complementar os resultados, garantindo uma busca mais abrangente. Foram incluídos apenas artigos diretamente relacionados à polinização por abelhas, com ênfase na produção de melancia. Os termos de busca utilizados incluíram: watermelon*, Citrullus lanatus,* bee*,* pollination, yield e fruit quality.

Características botânicas da melancia

A melancia é uma planta com hábito de crescimento rasteiro, folhas triangulares e trilobuladas e frutos geralmente arredondados ou alongados, com polpa vermelha, suculenta e doce. A casca (epicarpo) é verde, com estrias escuras. Geralmente, trata-se de uma espécie monóica, com flores masculinas e femininas ocorrendo na mesma planta, embora em diferentes posições (Sekhar, 2025), no entanto, algumas plantas podem produzir flores andro-monóicas, com flores masculinas e hermafroditas na mesma planta (Wijesinghe *et al.*, 2020).

As flores femininas da melancieira apresentam pedúnculo curto e grosso, além de ovário ínfero cuja morfologia se assemelha à do fruto em miniatura. Essas flores são geralmente maiores, porém em menor quantidade e localizadas na base da planta (axila foliar). Já as flores masculinas, possuem pedúnculo longo e delgado, são abundantes e distribuídas ao longo das suas videiras (Solmaz; Sari, 2009).

Na melancieira, a abertura floral ocorre nas primeiras horas da manhã, com fechamento progressivo à tarde. O estigma das flores femininas permanece receptivo por um curto período, geralmente entre seis e oito horas após a antese (Stanghellini; Schultheis; Ambrose, 2002), o que reforça a necessidade de polinização eficiente nas primeiras horas do dia. Sendo necessária uma

quantidade equilibrada de pólen variando de 500 a 1000 grãos para a formação de frutos sadios (Campbell *et al.*, 2019).

O pólen, produzido nas anteras (estruturas localizadas no estame, órgão reprodutor masculino da flor) precisa ser depositado no estigma, que é a porção apical e receptora do carpelo (órgão reprodutor feminino), onde ocorre a germinação do grão de pólen e se inicia o processo da fecundação. Na melancia, esse estigma é do tipo "úmido", com papilas multicelulares e secreções copiosas que facilitam a adesão e germinação dos grãos de pólen, contribuindo para a fecundação eficiente (Fehér, 1993).

Tipos de polinização e eficiência na fecundação

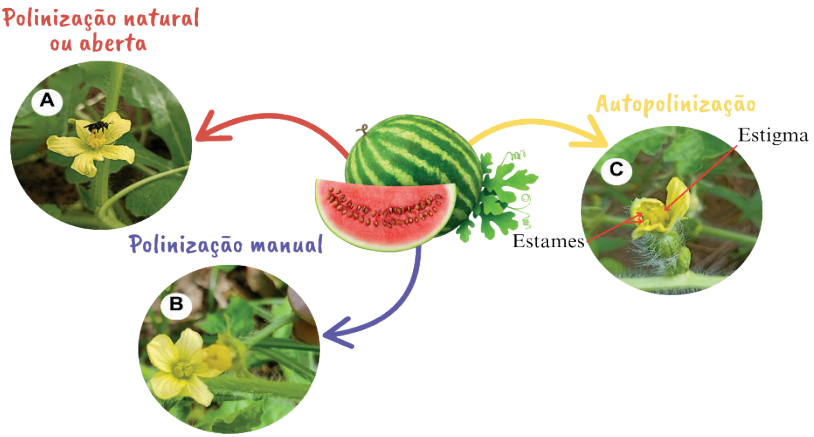
A polinização, além de sua importância ecológica, é tema relevante para a agricultura moderna, pois depende da eficiência reprodutiva para garantir a colheita de qualidade. Nesse sentido, a agricultura é o setor mais beneficiado pela atuação da polinização, sendo dependente de sua eficiência para o sucesso reprodutivo de diversas culturas agrícolas de relevância no Brasil (Vasiliev; Greenwood, 2020).

A coevolução entre plantas angiospermas e seus agentes polinizadores, permitiu o desenvolvimento de mecanismos reprodutivos complexos, como a polinização cruzada, que promove a variabilidade genética, um processo primordial para a adaptação e perpetuação das espécies (Kiester; Lande; Schemske,1984; Wojcik, 2021).

A partir dessas interações evolutivas, diferentes tipos de polinização foram selecionados ao longo do tempo, e entre os principais destacam-se: a polinização natural ou aberta (Figura 1A), geralmente mediada por agentes bióticos, como abelhas, borboletas e morcegos; a polinização cruzada antropogênica ou manual (Figura 1B), caracterizada pela intervenção humana na transferência de pólen; e a autopolinização (Figura 1C), na qual o pólen fecunda o estigma da mesma flor ou planta, sem mediação externa (Bomfim *et al.*, 2015; Subasinghe Arachchige *et al.*, 2022).

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

Figura 1 - Representação dos tipos de polinização: a) polinização natural ou aberta; b) polinização cruzada antropogênica ou manual; c) autopolinização.



Fonte: Autores (2025).

A polinização cruzada natural, frequentemente facilitada por polinizadores como insetos, incluindo abelhas, é eficiente e desejável, pois promove maior diversidade genética entre os indivíduos e melhora a qualidade dos frutos (Osterman *et al.*, 2021). A polinização manual, por sua vez, é uma técnica aplicada com frequência em cultivos comerciais como o melão (*Cucumis melo* L.), visando aumentar o pegamento de frutos e controlar cruzamentos (Mubarok *et al.*, 2024). Por outro lado, a autopolinização, embora vantajosa por garantir reprodução na ausência de polinizadores, pode limitar a variabilidade genética e a qualidade agronômica da produção (Adiredjo; Ardiarini; Roviq, 2024).

Entre a polinização natural, a realizada por abelhas se destaca, pois garante a reprodução de muitas plantas domesticadas, utilizadas na alimentação humana (Khalifa *et al.*, 2021). Estudos indicam que a polinização por abelhas em melancieira contribui para o aumento da concentração de sólidos solúveis, bem como para o aprimoramento do tamanho e formato dos frutos. Além disso, uma polinização eficiente melhora os processos fisiológicos da planta, tornando-a mais resistência a doenças (Bie *et al.*, 2025).

Em sistemas com baixa densidade de polinizadores naturais, práticas como a polinização artificial podem ser utilizadas como alternativa, mas não alcança os mesmos resultados em termos de diversidade genética e de qualidade produtiva, além de exigir maior custo operacional (Broussard; Coates; Martinsen, 2023).

Logo, promover a presença de polinizadores naturais e manejar o ambiente favorecendo sua atividade torna-se uma opção mais sustentável e eficiente.

A eficiência dos polinizadores na cultura da melancia

A polinização é um processo fundamental para a reprodução de plantas, sejam elas cultivadas ou silvestres. No caso das plantas cultivadas, esse mecanismo exerce influência direta e significativa sobre a produtividade agrícola (Castro-Cárdenas *et al.*, 2024). A relevância das abelhas como principais agentes polinizadores já foi destacada em estudos clássicos, como os de Free e Nuttall (1968) e Buchmann (1983), que atribuíram sua eficiência à morfologia adaptativa e ao comportamento de forrageamento desses insetos.

No caso da cultura da melancia, trata-se de uma espécie altamente dependente da polinização cruzada, sendo as abelhas os principais vetores, ao transferirem pólen entre flores masculinas e femininas durante a coleta de néctar e pólen (Di Trani *et al.*, 2024). As principais espécies envolvidas na polinização são *Apis mellifera* (Lineus, 1758), amplamente utilizada na agricultura comercial, e abelhas nativas como as do gênero *Melipona*, *Trigona* e outras abelhas sem ferrão, eficientes em regiões tropicais (Imperatriz-Fonseca; Saraiva; De Jong, 2011).

As abelhas nativas como *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) destacam-se como polinizadoras eficaz em diversas culturas agrícolas, principalmente da família Curcubitaceae, incluindo pepino, melão e melancia (Torquato *et al.*, 2025). Souza e Malerbo-Souza identificaram as abelhas *A. mellifera* e *T. spinipes* como os principais polinizadores da melancia. Di Trani *et al.* (2024) confirmaram a importância das abelhas, especialmente *T. spinipes*, na polinização da melancia no Panamá, enquanto Magalhães *et al.* (2024) demonstraram seus efeitos positivos na produtividade e qualidade em outras culturas também, destacando o papel essencial das abelhas na produção agrícola.

A eficiência da polinização está diretamente relacionada ao número de visitas por flor. Em melancia, cada flor feminina necessita, em média, de seis visitas de polinizadores para garantir fecundação eficaz (Garibaldi *et al.*, 2013). A polinização deficiente pode resultar em frutos de tamanhos reduzidos e malformados, comprometendo a produtividade e a qualidade comercial da cultura (Kasiera *et al.*,2024). Características como simetria do fruto, peso, firmeza

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

da polpa e teor de sólidos solúveis (ºBrix), parâmetros que determinam o valor de mercado, também são influenciadas pela quantidade e qualidade do pólen depositado (Fekadie *et al.*, 2023).

Nesse contexto, a escolha da cultivar comercial é importante, pois impactará diretamente o processo da polinização na lavoura. As variedades comerciais se dividem em dois grupos principais: com sementes diploides (2n) e as sem sementes triploides (3n). Dentre as variedades diploides, destacam-se cultivares com Crimson Sweet, Charleston Gray e Jubilee, que são populares por seu bom rendimento e sabor adocicado (Yang *et al.*, 2022). Já variedades triploides, como Mini Tiger, Fascination e Santa Amélia, refletem a tendência de mercado por frutos sem sementes (Ali *et al.*, 2017).

Por serem estéreis, as plantas triploides não produzem pólen viável, sendo necessário um planejamento específico que inclua o plantio simultâneo de cultivares diploides férteis, conhecidas como polinizadoras, cuja função principal é fornecer pólen para viabilizar a fecundação cruzada mediada por abelhas (Subasinghe Arachchige, *et al.*, 2022; Wijesinghe *et al.*, 2020). Esse arranjo agronômico promove o sucesso da frutificação na produção comercial de melancia sem sementes. Além disso, a morfologia rasteira da melancieira, planta eudicotiledônea, facilita o acesso dos polinizadores ao longo da lavoura, favorecendo a cobertura floral (Kasiera *et al.*, 2024).

Em estudos conduzidos por Garantonakis *et al.* (2016), foi estimado que mais de 80% da produção de frutos de melancia depende diretamente de polinização por insetos, principalmente abelhas. Com base em dados experimentais, Kasiera *et al.* (2024) sugerem que áreas com polinização eficiente podem apresentar incrementos de produtividade entre 20% e 30% em comparação a áreas com polinização limitada. Em termos econômicos, esse serviço ecossistêmico é expressivo. No Brasil, a produção movimentou cerca de R$1,7milhão de toneladas em 2023, com a Bahia liderando a produção nacional (IBGE, 2023). Estima-se que a contribuição dos polinizadores, para a economia agrícola global ultrapassaram R$902 bilhões por ano, o que representa aproximadamente 10,2% das culturas agronômicas (Khalifa *et al.*, 2021). Esses dados reforçam a necessidade de adoção de práticas sustentáveis que favoreçam a atividade polinizadora.

A frequência e eficiência da visitação floral estão condicionadas a fatores como clima, composição do solo e disponibilidade de recursos florais ao redor

da cultura. Portanto, compreender os mecanismos ecológicos que favorecem os serviços de polinização, principalmente os entomófilos, fortalecerá a produtividade sustentável e a resiliência dos sistemas agrícolas (Devkota *et al.*, 2024; Ollerton *et al.*, 2024).

A influência de fatores ambientais na polinização

Fatores climáticos como temperatura, umidade e precipitação influenciam na eficiência da polinização (pegamento dos frutos) em culturas como a melancia. O uso intensivo de defensivos agrícolas compromete a saúde dos polinizadores, afetando seu comportamento e reduzindo a taxa de fecundação das flores (Arachchige *et al.*, 2023).

A fragmentação do habitat natural, resultado da expansão agrícola e da urbanização, também reduz a diversidade e a comunidade de polinizadores, aumentando o risco mais de falhas na polinização. Além disso, fatores ambientais e de manejo influenciam a eficiência da polinização em culturas agrícolas. A presença simultânea de flores de outras espécies pode gerar competição floral, desviando a atenção dos polinizadores das flores da melancieira e reduzindo a taxa de fecundação (Garantonakis *et al.*, 2016).

A melancia é uma cultura que apresenta melhor desempenho em regiões de clima seco e quente, com temperaturas ideias entre 24 ºC e 30 ºC (FAO, 2015). Alta umidade e sombreamento reduzem a atividade das abelhas, comprometendo a frutificação (Lee *et al.* 2028). Além disso, essas condições favorecem doenças fúngicas, como as causadas por *Cercospora* e *Fusarium*, que afetam o desenvolvimento, rendimento e a sanidade da cultura (Rahman *et al.*, 2021). Em períodos chuvosos são comuns o abortamento floral e a ocorrência de frutos deformados (Pereira *et al.*, 2017).

Além dos impactos negativos, causados por doenças, a produção de melancia também sofre pela presença de pragas como besouros (Chrysomelidae), vaquinhas (Chrysomelidae) e pulgões (Hemiptera, Aphidoidea) que impactam diretamente o desenvolvimento das plantas e, de forma indireta, a eficiência da polinização, resultando em fecundação incompleta e menor qualidade dos frutos (Hyder *et al.*, 2023).

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

A presença de inimigos naturais, como joaninha (Coccinellidae) e vespas (Aphidiinae) podem atuar como agentes de controle biológico em populações de insetos fitófagos, como os pulgões, contribuindo para a estabilidade das interações planta-polinizador (Hyder *et al.*, 2023). Sistemas de cultivo que favorecem a biodiversidade funcional, por meio da vegetação espontânea ou manejo ecológico, aumenta a ocorrência de inimigos naturais, favorecendo o controle biológico e, indiretamente, aumenta a produtividade e qualidade dos frutos (Lundin *et al.*, 2021).

Manejo agrícola e impactos sobre os polinizadores

A estrutura da paisagem agrícola e as práticas de manejo adotadas influenciam diretamente a eficiência da polinização em cultivos altamente dependentes de polinizadores, como a melancia. A heterogeneidade ambiental, com a presença vegetal nativa, áreas de pousio e manejo conservacionista do solo, favorece a diversidade de polinizadores, aumentando a estabilidade produtiva (Rahimi; Barghjelveh; Dong, 2021).

O manejo do solo com cobertura de cascalho e areia em lavouras de melancia, conforme demonstrado por Zhang *et al.* (2024), influenciou significativamente a composição do solo e a diversidade de artrópodes, incluindo espécies polinizadoras. Além disso, Delgado-Carrillo *et al.* (2024) demonstraram que a atividade de abelhas em cultivo de melancia está diretamente relacionada ao sucesso reprodutivo e à formação de frutos comerciais.

Considerando que cultivos triploides necessitam de polinização cruzada eficiente com pólen de cultivares diploides, conforme discutido por Wijesinghe *et al.*, (2020), garantir a presença e o desempenho de polinizadores torna-se indispensável para a produtividade da cultura. Nesse contexto, o manejo integrado de pragas (MIP) e dos polinizadores tem se mostrado uma abordagem promissora para sistemas agrícolas sustentáveis (Lundin *et al.*, 2021).

Na produção comercial de melancias, o uso intensivo de pesticidas pode reduzir a presença de polinizadores em momentos críticos da floração, afetando diretamente o rendimento e a qualidade dos frutos (Leach; Pecenka; Kaplan, 2022).

Estratégias que conciliem controle de pragas com a conservação de polinizadores, como uso racional de defensivos agrícolas, a proteção de habitats

e locais de nidificação naturais, e o ajuste dos calendários agrícola e apícola, são fundamentais para o equilíbrio do ecossistema (Cuevas *et al.*, 2021; Duque-Trujillo *et al.*, 2023; Lundin *et al.*, 2021). De forma complementar, Da silva *et al.* (2020) reforçam que o manejo inadequado da salinidade da água de irrigação e o uso excessivo de nitrogênio prejudicam o desenvolvimento vegetativo da melancia e, por consequência, reduzem a formação de flores e a atratividade floral da própria cultura para os polinizadores. Por sua vez, Porto *et al.* (2021) destacam que culturas dependentes de polinizadores, como a melancia, são responsáveis por quase metade da oferta de nutrientes destinada à alimentação humana e animal no Brasil. Tal evidência reforça que a conservação de polinizadores constitui um fator estratégico para a segurança alimentar nacional, não se limitando apenas ao aumento da produtividade.

Riscos futuros para a polinização da melancia frente às mudanças climáticas

As mudanças climáticas vêm impondo desafios crescentes aos sistemas agrícolas, principalmente no que se refere à polinização entomófila. Alterações nos padrões climáticos, como elevação das temperaturas, mudanças nos regimes de precipitação e maior frequência de eventos extremos, afetam tanto a fenologia das plantas quanto o comportamento dos polinizadores (Duque-Trujillo *et al.*, 2023).

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) alerta que as mudanças climáticas, ao afetarem os habitats e os ciclos naturais, colocam em risco a polinização de culturas alimentares essenciais, comprometendo a produtividade agrícola e a segurança alimentar global, especialmente em regiões vulneráveis (IPCC, 2019; IPCC, 2023). Esse cenário, torna-se ainda mais preocupante em culturas com alta dependência da polinização cruzada, como é o caso da melancia. O desencontro temporal entre a floração e a atividade dos insetos pode comprometer a fecundação das flores, reduzindo a formação e a qualidade dos frutos, comprometendo a produtividade agrícola e perdas econômicas ao setor (Devkota *et al.*, 2024).

Além das alterações climáticas diretas, o aquecimento global favorece a perda de habitat e a degradação ambiental, o que impacta a diversidade e abundância de polinizadores. Abelhas nativas, como *Trigona spinipes* e abelhas

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

do gênero *Melipona*, sensíveis às alterações no solo e à fragmentação dos ecossistemas, tendem a apresentar declínio populacional (Giannini *et al.*, 2015). Como a melancia exige múltiplas visitas florais para uma polinização eficaz, a redução na frequência e diversidade dessas visitas compromete atributos agronômicos dos frutos, desvalorizando o produto final (Fekadie *et al.*, 2023; Garibaldi *et al.*, 2013; Kasiera *et al.*,2024).

À medida que o aquecimento global se intensifica, o futuro da polinização agrícola enfrenta desafios à níveis críticos, exigindo transformações nos sistemas produtivos. Eventos extremos, como ondas de calor, secas prolongadas e chuvas intensas e irregulares, impactam negativamente as atividades e comportamento dos polinizadores e a sincronização com o florescimento, ameaçando a estabilidade das colheitas (Giannini *et al.,* 2020; Scheffers *et al.*, 2016). Diante do exposto, o uso de tecnologias, como Agricultura de Precisão, para monitoramento em tempo real e a rápida adaptação das práticas agrícolas serão necessárias para antecipar e mitigar os impactos (Alex *et al.*, 2025; Ratnayake; Dyer; Dorin, 2021).

O cultivo de variedade mais resistentes, aliados à proteção dos polinizadores e à restauração de ambientes naturais, fortalecerá a sustentabilidade do setor (Levenson, 2021; Vasiliev; Greenwood, 2020). Paralelamente, ações amplas de mitigação, como a adoção de energias renováveis, a redução do uso de combustíveis fósseis e práticas agrícolas de baixo carbono, são fundamentais para conter os impactos climáticos e preservar os organismos envolvidos nos serviços ecossistêmicos dos quais depende a produção agrícola (IPCC, 2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A polinização e a sustentabilidade estão intrinsecamente interligadas, sobretudo no contexto das práticas agrícolas. Na cultura da melancia a polinização desempenha papel significativo na produtividade, aumentando a taxa de frutificação e o desenvolvimento adequado dos frutos.

A interação entre as abelhas e outras espécies polinizadoras contribui diretamente para o sucesso da cultura, destacado a importância de práticas agrícolas que promovam a preservação desses serviços ecossistêmicos. Portanto, sistemas agrícolas que adotam abordagem sustentáveis, que garantam a

manutenção dessas espécies polinizadoras, assegura não apenas a produtividade da melancia, como também a saúde e o equilíbrio dos ecossistemas agrícolas.

REFERÊNCIAS

ADIREDJO, A. L.; ARDIARINI, N. R.; ROVIQ, M.The Cross and Self Pollination to 299 Evaluate the Yield Characters in F3 Melon (*Cucumis melo* L.) Inbred Lines. **Journal of 300 Agricultural Sciences (Belgrade),** v. 69, n. 3, 2024. Doi: 10.2298/JAS2403239M.

ALEX, A. J. *et al.* Enhancing pollinator conservation: Monitoring of bees through object recognition. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 228, p. 109665, 2025. Doi: 10.1016/j.compag.2024.109665.

ALI, M. M. *et al.* Rapid and nondestructive techniques for internal and external quality evaluation of watermelons: A review. **Scientia Horticulturae**, v. 225, p. 689-699, 2017. Doi: 10.1016/j.scienta.2017.08.012.

ARACHCHIGE, E. CWS *et al.* A global assessment of the species composition and effectiveness of watermelon pollinators and the management strategies to inform effective pollination service delivery. **Basic and Applied Ecology**, v. 66, p. 50-62, 2023. Doi: 10.1016/j.baae.2022.11.006.

BIE, M. *et al.* Advancing Sustainable Agriculture Through Bumblebee Pollination: Bibliometric Insights and Future Directions. **Sustainability**, v. 17, n. 5, p. 2177, 2025. Doi: 10.3390/su17052177.

BOMFIM, I. G. A. *et al.* Pollination requirements of seeded and seedless mini watermelon varieties cultivated under protected environment. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 01, p. 44-53, 2015. Doi: 10.1590/S0100-204X2015000100005.

BROUSSARD, M. A.; COATES, M.; MARTINSEN, P. Artificial pollination technologies: A review. **Agronomy**, v. 13, n. 5, p. 1351, 2023. Doi: 10.3390/agronomy13051351.

BUCHMANN SL. 1983. Buzz pollination in angiosperms. *In*: Jones CE, Little RJ. eds. **Handbook of experimental pollination biology**. New York: Scientific and Academic Editions, p. 73–113. Disponível em: https://bit.ly/4527B7K. Acesso em: 24 jul.2025.

CAMPBELL, J. W. *et al.* Contribution of bees and other pollinators to watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb.) pollination. **Journal of Apicultural Research**, v. 58, n. 4, p. 597-603, 2019. Doi: 10.1080/00218839.2019.1614271.

CASTRO-CÁRDENAS, N. *et al.* Putting the puzzle together: the relationship between floral characters and pollinator morphology determines pollination mode in the fig–fig wasp mutualism. **Plant Biology**, v. 26, n. 7, p. 1131-1143, 2024. Doi: 10.1111/plb.13712.

CUEVAS, E. *et al.* Agricultural management and local knowledge: key factors for the conservation of socio-ecosystems in the face of the pollinator world crisis. **Botanical Sciences**, v. 99, n. 2, p. 305-320, 2021. Doi: 10.17129/botsci.2659.

DA SILVA, S. S. *et al.* Production and quality of watermelon fruits under salinity management strategies and nitrogen fertilization. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 41, n. 6, supl. 2, p. 2923-2936, 2020. Doi: 10.5433/1679-0359.2020v41n6Supl2p2923.

DELGADO-CARRILLO, O. *et al.* Pollination services to crops of watermelon (Citrullus lanatus) and green tomato (*Physalis ixocarpa*) in the coastal region of Jalisco, Mexico. **Plos one**, v. 19, n. 7, p. e0301402, 2024. Doi: 10.1371/journal.pone.0301402.

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

DEVKOTA, K. *et al.* Assessing the economic and nutritional value of pollination services in Nepal. **Scientific Reports**, v. 14, n. 1, p. 25037, 2024. Doi: 10.1038/s41598-024-75584-x.

DI TRANI, J. C. *et al.* Bee pollination efficiency in watermelon (*Citrullus lanatus*) crops in Panama. **Scientia Horticulturae**, v. 323, p. 112537, 2024. Doi: 10.1016/j.scienta.2023.112537.

DORJAY, N.; ABROL, D. P. Insect pollination in cucurbit crops. **J Palynol**, v. 58, p. 63-77, 2022. Disponível em: https://bit.ly/3U2I2OS. Acesso em: 14 jul. 2025.

DUQUE-TRUJILLO, D. *et al.* Strategies for the attraction and conservation of natural pollinators in agroecosystems: a systematic review. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 20, n. 4, p. 4499-4512, 2023. Doi: 10.1007/s13762-022-04634-6.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Watermelon: Crop description and climate. *In*: Land & Water (database Terres et eaux). Roma: FAO, 2015 (atualização contínua). Disponível em: FAO Land & Water database. Acesso em: 6 jul. 2025.

FEHÉR, T. Watermelon: *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai. **Genetic Improvement of Vegetable Crops**, p. 295-311, 1993. Doi: 10.1016/B978-0-08-040826-2.50025-4.

FEKADIE, B. *et al.* Evaluating the effect of honeybee pollination on production of watermelon (*Citrullus lantatus*), in Northern Ethiopia. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 43, n. 5, p. 1431-1449, 2023. Doi: 10.1016/B978-0-08-040826-2.50025-4.

FREE, J. B.; NUTTALL, P. M. The pollination of oilseed rape (*Brassica napus*) and the behaviour of bees on the crop. **The Journal of Agricultural Science**, v. 71, n. 1, p. 91-94, 1968. Doi: 10.1016/B978-0-08-040826-2.50025-4.

GARANTONAKIS, N. *et al.* Comparing the pollination services of honey bees and wild bees in a watermelon field. **Scientia Horticulturae**, v. 204, p. 138-144, 2016. Doi: 10.1016/j.scienta.2016.04.006.

GARIBALDI, L. A. *et al.* Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. **Science**, v. 339, n. 6127, p. 1608-1611, 2013. Doi: 10.1126/science.1230200.

GIANNINI, T. C. *et al.* Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. **Apidologie**, v. 46, n. 2, p. 209-223, 2015. Doi: 10.1007/s13592-014-0316-z.

GIANNINI, T. C. *et al.* Climate change in the Eastern Amazon: crop-pollinator and occurrence-restricted bees are potentially more affected. **Regional Environmental Change**, v. 20, n. 1, p. 9, 2020. Doi: 10.1007/s10113-020-01611-y.

HYDER, M. *et al.* Enhancing Coccinella Beetle Biological Pest Control via a Floral Approach in Cucumber Greenhouse. **Life**, v. 13, n. 10, p. 2080, 2023. Doi: 10.3390/life13102080.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola** – LSPA. 2017–2023. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M.; DE JONG, D. Bees as pollinators in Brazil. **Ribeirão Preto, Holos Editora**, 2006. Disponível em: https://bit.ly/4lH17Ck. Acesso em: 17 jul. 2025.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems**. Geneva, Switzerland: IPCC, 2019. Disponível em: https://www.ipcc.ch/srccl/. Acesso em: 15 jul. 2025.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Core Writing Team: CALVIN, K. *et al.*; Eds.: LEE, H.; ROMERO, J. Geneva, Switzerland: IPCC, 2023. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/. Acesso em: 15 jul. 2025.

KASIERA, W. *et al.* When size matters: effectiveness of three endemic African stingless bees as watermelon pollinators. **Apidologie**, v. 55, n. 4, p. 48, 2024. Doi: 10.1007/s13592-024-01092-6.

KHALIFA, S. AM *et al.* Overview of bee pollination and its economic value for crop production. **Insects**, v. 12, n. 8, p. 688, 2021. Doi: 10.3390/insects12080688.

KIESTER, A. R.; LANDE, R.; SCHEMSKE, D. W. Models of coevolution and speciation in plants and their pollinators. **The American Naturalist**, v. 124, n. 2, p. 220-243, 1984. Doi: 10.1086/284265.

LEACH, A.; PECENKA, J.; KAPLAN, I. Does IPPM bear fruit? Evaluating reduced-risk insecticide programmes on pests, pollinators and marketable yield. **Journal of Applied Ecology**, v. 59, n. 12, p. 2993-3002, 2022. Doi: 10.1111/1365-2664.14294.

LEBUHN, G.; LUNA, J. V. Pollinator decline: what do we know about the drivers of solitary bee declines?. **Current opinion in insect science**, v. 46, p. 106-111, 2021. Doi: 10.1016/j.cois.2021.05.004.

LEE, K. Y. *et al.* Effect of climatic conditions on pollination behavior of honeybees (Apis mellifera L.) in the greenhouse cultivation of watermelon (*Citrullus lanatus* L.). **Journal of Apiculture**, v. 33, n. 4, p. 239-250, 2018. 10.17519/apiculture.2018.11.33.4.239.

LEVENSON, H. K. **Temporal and spatial dynamics of pollinator communities across North Carolina in response to conservation efforts in the agroecosystem**. 2021. Thesis (Doctorate in Entomology, Co-Major: Biology) – North Carolina State University, Raleigh, 2021. Advisors: David R. Tarpy and Martha O. Burford Reiskind. Disponível em: https://bit.ly/3ILM2kw. Acesso em: 15 jul. 2025.

LUNDIN, O *et al.* Integrated pest and pollinator management–expanding the concept. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 19, n. 5, p. 283-291, 2021. Doi: 10.1002/fee.2325.

MAGALHÃES, I. C. S. *et al.* Bee pollination effects on yield and chemical composition of West Indian gherkin fruits (*Cucumis anguria* L., Cucurbitaceae) in the Brazilian semi-arid region. **Brazilian Journal of Biology**, v. 84, p. e284217, 2024. Doi: 10.1590/1519-6984.284217.

MUBAROK, A. *et al.* Cross-and self-pollination to evaluate the yield characteristics in F3 melon (*Cucumis melo* L.) inbred lines. **Journal of Agricultural Sciences (Belgrade)**, v. 69, n. 3, p. 239-253, 2024. Doi: 10.2298/JAS2403239M.

OLLERTON, J. *et al.* Butterflies, bumblebees and hoverflies are equally effective pollinators of Knautia arvensis (Caprifoliaceae), a generalist plant species with compound inflorescences. **Journal of Applied Entomology**, 2024. Doi: 10.1111/jen.13345.

OSTERMAN, J. *et al.* Global trends in the number and diversity of managed pollinator species. Agriculture, **Ecosystems & Environment**, v. 322, p. 107653, 2021. Doi: 10.1016/j.agee.2021.107653.

PEREIRA, A. S. *et al.* Key factors affecting watermelon yield loss in different growing seasons. **Scientia Horticulturae**, v. 218, p. 205-212, 2017. Doi: 10.1016/j.scienta.2017.02.030.

PORTO, R. G. *et al.* Pollinator-dependent crops in Brazil yield nearly half of nutrients for humans and livestock feed. **Global Food Security**, v. 31, p. 100587, 2021. Doi: 10.1016/j.gfs.2021.100587.

RAHIMI, E.; BARGHJELVEH, S.; DONG, P. Estimating landscape structure effects on pollination for management of agricultural landscapes. **Ecological Processes**, v. 10, n. 1, p. 59, 2021. Doi: 10.1186/s13717-021-00331-3.

RAHMAN, M. Z. *et al.* Biology, diversity, detection and management of Fusarium oxysporum f. sp. niveum causing vascular wilt disease of watermelon (*Citrullus lanatus*): A review. **Agronomy**, v. 11, n. 7, p. 1310, 2021. Doi: 10.3390/agronomy11071310.

RATNAYAKE, M. N.; DYER, A. G.; DORIN, A. Towards computer vision and deep learning facilitated pollination monitoring for agriculture. *In*: **Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition**. 2021. p. 2921-2930. Disponível em: https://bit.ly/40A5F5c. Acesso em: 06 jul. 2025.

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

SCHEFFERS, B. R. *et al.* The broad footprint of climate change from genes to biomes to people. **Science**, v. 354, n. 6313, p. aaf7671, 2016. Doi: 10.1126/science.aaf7671.

SEKHAR, V. Maximizing Watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb.) Growth, Yield and Quality Through Synergistic use of Biofertilizers and Inorganic Nutrients. **Plant Archives**, v. 25, N. 1, P. 2264-2274, 2025. Doi: 10.51470/PLANTARCHIVES.2025.v25.supplement-1.312.

SOLMAZ, I.; SARI, N. Characterization of watermelon (*Citrullus lanatus*) accessions collected from Turkey for morphological traits. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 56, p. 173-188, 2009. Doi: 10.1007/s10722-008-9353-7.

SOUZA, F. F.; MALERBO-SOUZA, D. T. Flowering entomofauna and fruit production in watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb.) - Cucurbitaceae. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 3, p. 449–454, 2005. Doi: 10.5555/20063014499.

STANGHELLINI, M. S.; SCHULTHEIS, J. R.; AMBROSE, J. T. Pollen mobilization in selected Cucurbitaceae and the putative effects of pollinator abundance on pollen depletion rates. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 127, n. 5, p. 729-736, 2002. Doi: 10.21273/JASHS.127.5.729.

SUBASINGHE ARACHCHIGE, E. CW *et al.* Morphological characteristics of pollen from triploid watermelon and its fate on stigmas in a hybrid crop production system. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 3222, 2022. Doi: 10.1038/s41598-022-06297-2.

TORQUATO, I. H. S. *et al.* Network of interactions between bees and vegetable crops in Northeastern Brazil. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 19, n. 2, p. 33, 2025. Doi: 10.1007/s11829-025-10140-6.

VASILIEV, D.; GREENWOOD, S. Pollinator biodiversity and crop pollination in temperate ecosystems, implications for national pollinator conservation strategies: Mini review. **Science of the Total Environment**, v. 744, p. 140880, 2020. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.140880.

WIJESINGHE, S. A. E. C. *et al.* A global review of watermelon pollination biology and ecology: The increasing importance of seedless cultivars. **Scientia Horticulturae**, v. 271, p. 109493, 2020. Doi: 10.1016/j.scienta.2020.109493.

WOJCIK, V. Pollinators: Their evolution, ecology, management, and conservation. *In*: **Arthropods-are they beneficial for mankind?**. IntechOpen, 2021. Disponível em: https://www.intechopen.com/chapters/76174. Acesso em: 07 jul. 2025.

YANG, J. *et al.* Genetic relationship and pedigree of Chinese watermelon varieties based on diversity of perfect SNPs. **Horticultural Plant Journal**, v. 8, n. 4, p. 489-498, 2022. Doi: 10.1016/j.hpj.2021.09.004.

ZHANG, H. *et al.* Effects of Different Tillage Years on Soil Composition and Ground-Dwelling Arthropod Diversity in Gravel-Sand Mulching Watermelon Fields. **Agronomy**, v. 14, n. 8, p. 1841, 2024. Doi: 10.3390/agronomy14081841.

10

FUNDAMENTOS DO COMPORTAMENTO APRENDIDO EM ANIMAIS DOMÉSTICOS

Solange Damasceno Sousa
Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

Antônio Marcos Ferreira Fernandes
Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

Fátima Révia Granja Lima
Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

Fagner Cavalcante Patrocínio dos Santos
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Ana Luiza Malhado Cazaux de Souza Velho
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Elayne Cristina Gadelha Vasconcelos
Instituto Federal do Piauí (UFPI)

10.37885/250819900

RESUMO

Esta revisão aborda uma visão geral sobre os fundamentos do comportamento aprendido em animais domésticos, destacando sua importância para o manejo ético e eficiente na produção animal. Inicialmente, diferencia-se o comportamento inato — geneticamente programado — do comportamento aprendido, que resulta da experiência e interação com o ambiente. Comportamentos aprendidos permitem maior flexibilidade adaptativa, sendo essenciais em sistemas intensivos e interações com humanos. Os principais mecanismos de aprendizagem são analisados: habituação, sensibilização, condicionamento clássico e operante, além de formas mais complexas, como aprendizagem por *insight*, latente e *imprinting*. O texto enfatiza a capacidade cognitiva de animais como bovinos, suínos, equinos e aves, demonstrando que eles podem memorizar, generalizar, resolver problemas e adaptar comportamentos de acordo com experiências anteriores. A revisão também apresenta aplicações práticas desses conceitos, como o uso do reforço positivo para facilitar o manejo, melhorar o bem-estar e reduzir o estresse dos animais. Estratégias como treinamento com recompensas e exposições graduais a estímulos rotineiros são destacadas como eficazes. Conclui-se que a aprendizagem tem papel central na adaptação dos animais aos ambientes produtivos, superando limitações genéticas e contribuindo para a construção de sistemas mais sustentáveis e respeitosos ao comportamento natural das espécies. Compreender esses processos é fundamental para promover práticas de manejo mais humanas, eficientes e compatíveis com o bem-estar animal.

Palavras-chave: Adaptação; aprendizagem; condicionamento; comportamento inato.

INTRODUÇÃO

A compreensão dos mecanismos de aprendizagem e do comportamento animal tem se tornado cada vez mais relevante na produção animal contemporânea. O domínio desses conhecimentos fornece ferramentas valiosas para otimizar o manejo, aumentar a produtividade e, sobretudo, promover o bem-estar dos animais domésticos (Grandin e Deesing, 2014). Em um cenário em que práticas sustentáveis e éticas ganham destaque, conhecer como os animais percebem, interagem e aprendem com o ambiente é fundamental para aprimorar as interações humano-animal e as condições de criação.

O comportamento animal representa a maneira como os indivíduos respondem aos estímulos do ambiente — sejam eles físicos, sociais ou simbólicos — e pode se manifestar por meio de ações diversas, como correr, vocalizar, balançar a cauda ou evitar um objeto. Essas respostas comportamentais são moldadas por uma complexa interação entre fatores genéticos, fisiológicos, neurológicos e ambientais, podendo ser classificadas como inatas (geneticamente programadas) ou aprendidas com base na experiência (Alcock, 2013). Na prática, muitos comportamentos combinam componentes inatos e adquiridos, sendo adaptados de acordo com o contexto de vida do animal.

Diferentemente dos reflexos e instintos, que são relativamente fixos, os comportamentos aprendidos oferecem maior flexibilidade ao indivíduo. Por meio da aprendizagem, cães, gatos, bovinos, suínos, equinos e outras espécies domesticadas são capazes de ajustar suas ações a diferentes estímulos, desenvolver competências sociais, formar associações ambientais e até resolver problemas complexos (Mills, 2010; McGreevy e Boakes, 2011). Esses processos tornam-se ainda mais importantes em ambientes controlados, como sistemas de produção intensiva, nos quais a capacidade de adaptação pode reduzir o estresse e melhorar o desempenho animal.

A aprendizagem desempenha um papel essencial na adaptação dos animais ao ambiente. Em um nível imediato, ela permite o desenvolvimento de habilidades fundamentais para a obtenção de alimentos, água e segurança. Em uma perspectiva mais ampla, a capacidade de assimilar informações do meio — seja pela exploração individual ou por meio da aprendizagem social — contribui significativamente para a sobrevivência e o sucesso evolutivo dos indivíduos

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

(Nawroth *et al.*, 2019). Dentre os principais mecanismos de aprendizagem estudados destacam-se a habituação, a sensibilização e o condicionamento (clássico e operante).

Diante disso, esta revisão tem como objetivo sintetizar os fundamentos do comportamento aprendido em animais domésticos, abordando os principais mecanismos teóricos de aprendizagem — associativos e não-associativos — e suas aplicações práticas no manejo zootécnico.

COMPORTAMENTO ANIMAL: INATO VS. APRENDIDO

O comportamento animal pode ser compreendido como o conjunto de ações e reações observáveis que os organismos expressam em resposta a estímulos internos ou externos, podendo ser classificado em duas grandes categorias: inato (geneticamente determinado) e aprendido (adquirido por experiência) (Alcock, 2013). Essa distinção é fundamental para compreender como os animais se adaptam ao ambiente, respondem a estímulos e desenvolvem habilidades essenciais para sua sobrevivência e reprodução (Breed e Moore, 2021).

Comportamento inato

O comportamento inato é caracterizado por ser altamente influenciado por fatores genéticos, não requerendo aprendizado prévio ou prática para que o animal seja capaz de executá-lo de forma eficiente. Trata-se de um conjunto de respostas biologicamente programadas e altamente conservadas ao longo da evolução, sendo transmitidos hereditariamente como parte do repertório fixo de uma espécie (Gould e Gould, 2007; Breed e Moore, 2021). Tais comportamentos são geralmente estereotipados, ou seja, ocorrem com pouca variação entre indivíduos da mesma espécie, mesmo quando criados em ambientes distintos (Tinbergen, 1951).

Nos mamíferos, exemplos clássicos de comportamentos inatos incluem a ação reflexa de mamar logo após o nascimento, a tentativa de se levantar para buscar o úbere materno e a vocalização de contato (Dwyer, 2003). Essas ações são fundamentais para a sobrevivência nos primeiros momentos de vida e não dependem de aprendizagem anterior. Coelhos exibem respostas de

congelamento instintivo a sombras de aves de rapina, mesmo sem exposição prévia (Giannico *et al.*, 2014). Potros recém-nascidos reagem a sons altos ou movimentos bruscos com uma resposta inata de fuga (correr) ou congelamento, mesmo sem exposição prévia a ameaças, comportamento essencial para sobrevivência em ambientes abertos (Goodwin, 1999).

Outro exemplo é o comportamento de nidificação em aves, que, mesmo sem observarem outros membros da espécie, são capazes de construir ninhos com materiais apropriados, seguindo padrões específicos de sua espécie (Lorenz, 1981).

A principal vantagem adaptativa do comportamento inato reside em expressar uma reação rápida a estímulos ambientais críticos, especialmente em contextos que envolvem risco iminente ou necessidade de ação imediata (Gould e Gould, 2007). Comportamentos como defesa anti-predatória, reconhecimento de parceiros sexuais, rituais de acasalamento, orientação em rotas migratórias, e cuidado parental básico são exemplos de ações instintivas que favorecem diretamente a sobrevivência e o sucesso reprodutivo dos indivíduos (Krebs e Davies, 2009).

Além disso, o comportamento inato reduz a dependência da experiência individual em contextos nos quais o erro pode ser fatal. Por esse motivo, ele é particularmente vantajoso em ambientes estáveis e previsíveis ao longo do tempo, onde as pressões seletivas favorecem a transmissão de respostas comportamentais fixas e eficazes (Shettleworth, 2010). Ainda assim, vale destacar que, embora a base genética seja determinante, muitos desses comportamentos podem ser posteriormente modulados pela experiência, especialmente quando a interação com o ambiente permite ajustes mais refinados (Bateson e Mameli, 2007).

Comportamento aprendido

O comportamento aprendido refere-se àqueles padrões de ação que não estão geneticamente programados de forma rígida, mas que são desenvolvidos, modificados ou refinados ao longo da vida do animal por meio da interação com o ambiente e da experiência individual ou social (Pearce, 2008). Ao contrário dos comportamentos inatos, que surgem mesmo sem contato prévio com determinados estímulos, os comportamentos aprendidos exigem exposição, repetição

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

e, frequentemente, associação entre estímulos e consequências (Pearce, 2013; McGreevy e Boakes, 2011).

Muitos comportamentos animais são fundamentalmente moldados pela experiência individual, não podendo ser explicados exclusivamente por mecanismos genéticos pré-programados (Skinner, 1938; Domjan, 2018). Por exemplo, ratos de laboratório (*Rattus norvegicus*) rapidamente associam a pressão de uma alavanca com a obtenção de comida, aumentando significativamente a frequência desse comportamento (Skinner, 1938). Em ambientes pecuários, bovinos aprendem a evitar cercas elétricas após uma única experiência aversiva, demonstrando rápida associação entre o estímulo doloroso e o contexto espacial (Grandin, 2000). Portanto, empurrar uma alavanca para obter uma recompensa e evitar cercas elétricas não são programados em ratos e vacas, são comportamentos adquiridos que os animais desenvolvem por meio da experiência.

O comportamento aprendido é altamente adaptativo, pois permite ao animal responder com maior flexibilidade às mudanças ambientais e sociais. Em ambientes controlados, como sistemas de produção animal ou convivência com humanos, os comportamentos aprendidos são especialmente importantes, uma vez que facilitam a adaptação a rotinas de manejo e ao uso de instalações e equipamentos. Por exemplo, bovinos que aprendem a beber leite em baldes ou a utilizar comedouros automáticos demonstram comportamentos que não seriam observados espontaneamente na natureza, mas que são adquiridos por meio de treino, repetição e reforço (Grandin e Deesing, 2014).

Entretanto, ressalta-se que que muitos comportamentos possuem tanto elementos inatos quanto aprendidos. Um exemplo interessante ocorre com aves canoras, como os tentilhões-zebra, que nascem com uma predisposição genética para vocalizar, mas cujo repertório vocal é moldado com base nos sons emitidos por seus pais ou por outros indivíduos durante o período crítico de desenvolvimento (Marler, 1997). De forma semelhante, o comportamento de cópula em touros é inicialmente instintivo, mas a coordenação motora e a eficiência da monta são aprimoradas com a experiência ao longo do tempo. O comportamento de seleção de plantas durante o pastoreio apresenta uma complexa interação entre componentes inatos e aprendidos (Provenza e Balph, 1987; Provenza e Villalba, 2006). Embora os ruminantes possuam uma predisposição genética para o ato de pastejar, a seleção adequada de espécies vegetais e a eficiência

no forrageamento são fortemente influenciadas pela experiência individual e social (Launchbaugh e Howery, 2005).

A principal vantagem adaptativa da aprendizagem é a possibilidade de aperfeiçoar a resposta comportamental com base em experiências anteriores, maximizando a eficiência do animal diante de situações novas ou variáveis (Shettleworth, 2010). Por meio da aprendizagem, os animais podem melhorar a integração entre estímulos sensoriais e respostas motoras, evitar situações nocivas, identificar indivíduos familiares, reconhecer objetos, distinguir sons ou locais específicos, e tomar decisões com base em consequências anteriores — sejam elas positivas (recompensas) ou negativas (punições) (Broom, 2011).

MECANISMOS DE APRENDIZAGEM EM ANIMAIS

Diversas espécies domésticas, como suínos, bovinos, ovinos, caprinos e equinos, apresentam notável inteligência e habilidades cognitivas que lhes permitem interagir de forma adaptativa com o ambiente (Marino e Colvin, 2005; Haupt *et al.*, 2021; Manteuffel *et al.*, 2019). Estudos mostram que esses animais são capazes de adquirir, processar, armazenar e utilizar informações complexas relacionadas ao espaço, à rotina e às interações sociais, evidenciando competências como memória de longo prazo, discriminação sensorial e aprendizagem por associação (Broom, 2011; Nawroth *et al.*, 2019). Essas espécies demonstram capacidades de aprendizagem tanto simples quanto complexas. Por exemplo, bovinos conseguem memorizar rotas até comedouros ou salas de ordenha, associar locais com experiências positivas ou negativas e adaptar seu comportamento de acordo com mudanças no ambiente (Sutherland *et al.*, 2013). Da mesma forma, suínos apresentam elevada capacidade de resolução de problemas e podem ser treinados a realizar tarefas específicas, principalmente quando reforçados com recompensas positivas (Spinka, 2019).

Em contrapartida, aves domésticas, embora tradicionalmente consideradas menos cognitivamente desenvolvidas que mamíferos, também demonstram capacidade significativa de aprendizagem adaptativa. Elas aprendem a identificar fontes de alimento, evitar predadores ou perigos físicos, distinguir pessoas e reagir a estímulos específicos do ambiente (Riber *et al.*, 2018). Além disso, há evidências de que o histórico de manejo influencia diretamente suas

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

respostas comportamentais. Aves criadas em ambientes enriquecidos ou de menor densidade populacional tendem a exibir menor reatividade ao medo e maior capacidade de adaptação a estímulos novos, evidenciando a plasticidade comportamental induzida pela experiência (Jones, 1996).

A aprendizagem em animais envolve alterações estruturais e funcionais no cérebro, especialmente em regiões relacionadas ao processamento sensorial e à memória, como o córtex cerebral em mamíferos. Essas modificações neurais resultam em mudanças comportamentais estáveis, que se mantêm por períodos superiores a uma reação meramente reflexa e de curta duração (Domjan, 2014). A motivação, a atenção e as recompensas têm papel fundamental nesse processo, pois influenciam a velocidade e a eficiência com que os animais aprendem.

O processo de aprendizagem em animais domésticos é fortemente influenciado por mecanismos motivacionais que os impulsionam a explorar o ambiente e adquirir novas informações. A aprendizagem ocorre por meio da captação de estímulos sensoriais — visuais, auditivos, olfativos e táteis — que são processados pelo sistema nervoso central, especialmente em regiões do cérebro envolvidas na memória e na tomada de decisão, como o córtex cerebral (Sutherland *et al.*, 2013; Broom, 2011; Domjan, 2014). A partir dessa análise, os animais são capazes de formar associações entre estímulos e consequências, generalizar experiências semelhantes e discriminar estímulos distintos.

Muitos dos comportamentos exigidos dos animais domésticos em contextos de criação, manejo e convivência com humanos não foram moldados por seleção genética, uma vez que o tempo de domesticação e uso intensivo dessas espécies é relativamente curto do ponto de vista evolutivo (Phillips, 2002). Assim, esses comportamentos são adquiridos predominantemente por meio de processos de aprendizagem, os quais permitem que os animais se adaptem às exigências dos sistemas produtivos e sociais nos quais estão inseridos (Grandin e Deesing, 2014; Broom, 2011).

A aprendizagem animal pode ocorrer por diferentes mecanismos, classificados em formas associativas e não associativas. Dentre os processos não associativos, destacam-se a habituação e sensibilização. Já entre os mecanismos associativos, incluem-se o condicionamento clássico e o condicionamento

operante. Além disso, há processos mais específicos, como *imprinting* (estampagem), aprendizagem latente e aprendizagem por *insight*.

Aprendizagem não associativa

Habituação

A habituação é um dos processos mais simples de aprendizagem não associativa, caracterizada pela diminuição progressiva da resposta de um animal a um estímulo repetido que não traz consequências positivas ou negativas (Domjan, 2014). Trata-se de uma adaptação comportamental vantajosa, pois permite que o animal conserve energia e atenção ao ignorar estímulos irrelevantes ou inofensivos do ambiente, concentrando-se apenas naqueles que requerem uma resposta imediata (Pearce, 2013). Por exemplo, animais jovens tendem a responder inicialmente com medo ou fuga a estímulos sonoros ou visuais intensos, como barulhos ou luzes repentinas, mas essa reação diminui com exposições repetidas se nenhuma consequência adversa ocorrer (Broom, 2011).

Em sistemas de produção, a habituação tem papel essencial na adaptação de animais a procedimentos e ambientes de manejo.

No confinamento de bovinos de corte, a habituação a procedimentos rotineiros como contenção e pesagem reduz os níveis de estresse fisiológico, indicados por menores concentrações de cortisol e menor reatividade, o que contribui para o bem-estar dos animais e a segurança dos tratadores (Broom, 2011; Grandin, 2007). Animais submetidos a práticas de manejo consistentes, previsíveis e calmas tendem a se tornar mais dóceis e cooperativos. Por outro lado, experiências negativas repetidas induzem respostas de medo, tornando o manejo mais difícil e perigoso (Hemsworth *et al.*, 2018).

No manejo leiteiro, a habituação é particularmente relevante durante a ordenha de vacas primíparas, que costumam apresentar maior reatividade por não estarem familiarizadas com os estímulos da sala de ordenha. Segundo Ferreira *et al.* (2020), a implementação de rotinas de habituação com reforço positivo, como a introdução gradual ao ambiente de ordenha com estímulos vocais calmos, gestos suaves, presença de animais "madrinhas" e o oferecimento

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

de concentrado, melhora significativamente a resposta comportamental dessas novilhas, reduzindo o medo e facilitando o manejo.

O princípio da habituação também se aplica ao contexto científico, durante observações comportamentais, onde a presença constante do observador pode modificar o comportamento do animal. A exposição repetida do animal ao observador, sem interferência, permite que ele se habitue à sua presença, o que melhora a acurácia dos dados coletados em estudos etológicos (Fraser e Broom, 2010).

O uso consciente e sistemático da habituação é uma ferramenta eficaz para facilitar a adaptação dos animais a novas situações, equipamentos, manejadores e procedimentos médicos, como exames, vacinações e contenções. Como animais de hábitos, os ruminantes especialmente beneficiam-se da previsibilidade e da repetição, o que os torna mais calmos e seguros diante da rotina diária (Grandin e Deesing, 2014).

Sensibilização

Ao contrário da habituação, que diminui a resposta a estímulos repetidos, a sensibilização é um processo de aprendizagem não associativa que amplifica progressivamente reações comportamentais e fisiológicas diante de estímulos aversivos ou intensos (Rankin *et al.*, 2009). Portanto, a exposição contínua a um estímulo negativo pode amplificar a reação comportamental do animal ao longo do tempo (Pearce, 2008).

Em sistemas de ordenha, vacas submetidas a manejos bruscos (como gritos, empurrões ou uso excessivo de bastões elétricos) desenvolvem comportamentos de fuga, coices e defecação excessiva, com aumento de 40% no cortisol (Hemsworth *et al.*, 2000; Rushen *et al.*, 2008).

Aprendizagem associativa

A aprendizagem por associação ocorre quando um animal associa um determinado estímulo a uma consequência, que pode ser positiva (recompensa) ou negativa (punição). Trata-se de um tipo de aprendizagem fundamental para a adaptação comportamental dos animais em ambientes sob manejo humano

(Skinner, 2003; Pearce, 2008). Nesse processo, os animais emparelham eventos desejáveis ou indesejáveis a determinados elementos ambientais. Um exemplo clássico é a aversão de alguns animais ao profissional veterinário, pois aprendem a associar sua presença a experiências dolorosas ou estressantes, como vacinação ou contenção. Como resultado, o animal pode manifestar comportamentos de medo, resistência ou agressividade (Grandin, 1993; 2015). Além disso, se o animal aprende que um determinado comportamento, como resistir ou fugir, reduz sua exposição ao estímulo aversivo, ele tenderá a repetir esse comportamento futuramente. Por outro lado, o reforço positivo pode ser observado quando os bovinos associam um estímulo sonoro, como o aboio do vaqueiro, à oferta de alimento ou suplemento, dirigindo-se voluntariamente ao piquete ou ao curral (Oliveira *et al.*, 2014). Ou ainda, bezerros que associam o som do caminhão de ração ao fornecimento de alimento (recompensa) antecipam-se ao local de alimentação, demonstrando aprendizagem associativa (Grandin e Johnson, 2010). Essas formas de aprendizagem associativa são classificadas como condicionamento, podendo ser clássico ou operante.

Condicionamento clássico

O condicionamento clássico, também conhecido como condicionamento pavloviano, consiste na associação de um estímulo neutro com um estímulo incondicionado que naturalmente provoca uma resposta. Com o tempo, o estímulo neutro, após repetidas associações, passa a provocar a mesma resposta, mesmo na ausência do estímulo incondicionado. Esse processo foi descrito inicialmente pelo fisiologista russo Ivan Pavlov. Durante seus experimentos, Pavlov observou que os cães salivavam ao ver ou sentir o cheiro da comida — uma resposta fisiológica inata. Ao emparelhar repetidamente o som de um sino com a apresentação do alimento, os cães passaram a salivar ao som do sino, mesmo quando a comida não era apresentada. Nesse contexto, a comida era o estímulo incondicionado, a salivação era a resposta incondicionada, o sino passou a ser o estímulo condicionado, e a salivação em resposta ao sino tornou-se a resposta condicionada (Pavlov, 1927).

Um exemplo clássico de aprendizagem associativa em animais de produção ocorre em vacas leiteiras, que podem aprender a liberar leite em resposta

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

a estímulos ambientais previamente neutros, como o som da ordenhadeira mecânica. Com a repetição diária da ordenha, as vacas associam o ruído da máquina ao processo de ordenha e à liberação hormonal necessária para a ejeção do leite, tornando esse som um estímulo condicionado. Assim, mesmo na ausência do bezerro — que normalmente estimularia a liberação de ocitocina por meio da sucção — o simples acionamento da ordenhadeira é suficiente para provocar a descida reflexa do leite, caracterizando uma resposta condicionada (Bruckmaier e Blum 1998). Estudos com ultrassonografia da glândula mamária comprovam que vacas expostas repetidamente ao barulho da ordenhadeira apresentam contração dos alvéolos lactíferos antes mesmo da estimulação física (Bruckmaier *et al.*, 2004).

McCall *et al.* (2003) observaram que cavalos expostos repetidamente ao som de um apito antes da alimentação passaram a salivar e dirigir-se ao cocho apenas com o apito, demonstrando aprendizado associativo.

Boele *et al.* (2021) desenvolveram uma pesquisa pioneira para estabelecer um modelo de condicionamento pavloviano de piscar de olhos (*eyeblink conditioning*) em leitões jovens, avaliando sua capacidade de associar um estímulo visual condicionado (luz azul) a um estímulo físico incondicionado (sopro de ar no olho). Por meio desse teste clássico de condicionamento, os autores demonstraram que os leitões podem ser treinados a piscar em resposta ao estímulo visual, apresentando melhora progressiva na precisão temporal da resposta ao longo do tempo. Os resultados obtidos sugerem que o modelo é eficaz e promissor para futuras investigações sobre os efeitos de fatores ambientais, como nutrição, estresse e manejo, no desenvolvimento neural de suínos.

Condicionamento operante

O condicionamento operante é um processo de aprendizagem no qual o comportamento do animal é moldado pelas consequências ambientais que se seguem a uma ação específica (Skinner, 1953). O termo "operante" refere-se ao fato de que o animal atua sobre o ambiente para produzir um efeito, seja positivo (recompensa) ou negativo (punição ou retirada de estímulo). Diferentemente do condicionamento clássico (que associa estímulos), o operante enfatiza a relação ação-consequência, onde o animal "opera" no ambiente para

obter recompensas ou evitar punições (Domjan, 2018). Esse mecanismo de aprendizagem pode aumentar, manter ou reduzir a frequência de determinados comportamentos (Skinner, 1938). Quando um comportamento é seguido de uma consequência positiva, como o fornecimento de alimento, água ou acesso ao descanso, a tendência é que esse comportamento se repita no futuro. Por outro lado, se a consequência for aversiva, como um som estridente, jato de ar ou estímulo elétrico, o animal aprende a evitá-la, ajustando seu comportamento para escapar ou impedir a punição (Domjan, 2014).

O psicólogo B.F. Skinner foi um dos principais responsáveis pela sistematização do condicionamento operante. Por meio da famosa "caixa de Skinner", ele demonstrou como ratos e pombos aprendiam a realizar comportamentos específicos – como pressionar uma alavanca – para obter recompensas (Skinner, 1953). Nos experimentos, inicialmente os animais realizavam a ação por acaso, mas com o tempo, aprendiam a associar a ação com a consequência positiva (reforço). Em situações aversivas, Skinner também demonstrou como comportamentos poderiam ser suprimidos pela aplicação de punições, como choques elétricos, destacando os efeitos da punição sobre o comportamento. Quando o rato recebia um choque elétrico toda vez que emitia certo comportamento, ele rapidamente aprendia a parar de emitir tal comportamento. Os experimentos de Skinner mostraram que, ambos reforços positivos e negativos podem ser usados para modelar o comportamento de um organismo.

Os fundamentos do condicionamento operante, no entanto, começaram a ser delineados anteriormente por Edward Lee Thorndike, com seus experimentos da "caixa-problema". Neles, gatos eram colocados em caixas das quais só podiam sair ao realizar uma ação específica, como puxar uma corda ou pressionar uma alavanca. A princípio, os comportamentos eram emitidos ao acaso, mas com repetições, os gatos passaram a resolver o "problema" com mais rapidez. Thorndike denominou esse processo de *aprendizagem por tentativa e erro*, e formulou a "Lei do Efeito", segundo a qual comportamentos seguidos de consequências satisfatórias tendem a se repetir, enquanto os seguidos de consequências desfavoráveis tendem a ser eliminados (Thorndik, 1911).

O condicionamento operante é uma forma de aprendizagem amplamente observada em animais de produção, como bovinos, suínos e aves, que podem aprender a pressionar alavancas, se aproximar de locais específicos ou evitar

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

determinadas áreas com base nas consequências de suas ações. Bovinos, por exemplo, são altamente sensíveis ao condicionamento operante devido à curiosidade natural e disposição para explorar ambientes (Provenza *et al.*, 2003); além da rápida capacidade de associação entre ações e consequências (Boissy e Erhard, 2014; Lomb *et al.* (2021) demonstraram que o treinamento com reforço positivo pode mitigar respostas aversivas em novilhas leiteiras durante procedimentos dolorosos, como injeções subcutâneas. Em seu estudo, novilhas treinadas para associar o procedimento a recompensas alimentares exibiram menor reatividade comportamental e maior disposição para participar voluntariamente, em comparação com grupos apenas habituados ou sem experiência prévia.

Sousa (2016) demonstrou que novilhas leiteiras em sistema de pastoreio podem ser treinadas por condicionamento operante com reforço positivo (silagem) para atravessar um portão, com 94% de sucesso após 14 dias de treinamento. O estudo reforça a aplicabilidade do condicionamento operante em sistemas extensivo. Em experimentos conduzidos por Vaughan *et al.* (2014) foi demonstrado que bezerros podem ser treinados a urinar em locais específicos por meio de condicionamento operante, utilizando recompensas alimentares como estímulo positivo. Tal estudo destaca o potencial de técnicas de aprendizagem para melhorar o manejo de resíduos em sistemas de produção animal.

O condicionamento operante também constitui um importante mecanismo de aprendizagem aplicado no manejo de galinhas poedeiras, sobretudo em sistemas alternativos como o "trator de galinhas", que utiliza aviários móveis em criação a pasto. Nesse contexto, as aves aprendem a associar determinadas ações a consequências específicas, moldando seu comportamento ao longo do tempo. A introdução rotativa dos aviários em novas áreas de pastagem atua como reforço positivo, na medida em que proporciona acesso a recursos renovados, como forragem fresca e insetos, incentivando as aves a permanecerem no interior dos cercados e facilitando o manejo. Por outro lado, a cerca elétrica empregada nesses sistemas funciona como um estímulo aversivo: ao receberem um leve choque ao tentar ultrapassar a barreira, as aves aprendem a evitá-la, caracterizando um reforço negativo (Guelber, 2005). Verifica-se que este tipo de aprendizado é relevante em programas de manejo racional e treinamento de

animais de produção, pois permite que os animais desenvolvam comportamentos desejáveis de forma voluntária, com redução do estresse e maior bem-estar.

Aprendizagem por *insight*

A aprendizagem por *insight* representa um processo cognitivo avançado no qual um organismo resolve problemas de maneira súbita e adaptativa, sem depender de tentativa e erro ou de reforço gradual (Köhler, 1925). Esse fenômeno está intimamente associado à capacidade de reorganização perceptiva e à formação de relações mentais entre elementos do ambiente, permitindo uma solução abrupta e eficiente (Davidson e Sternberg, 2003). Esse tipo de aprendizagem está fortemente associado às capacidades perceptivas, cognitivas e à memória do indivíduo, e é especialmente observado em animais com maior desenvolvimento encefálico, como primatas e alguns mamíferos sociais (Köhler, 1925; Shettleworth, 2010).

Um dos experimentos clássicos sobre esse fenômeno foi conduzido por Wolfgang Köhler, onde chimpanzés foram colocados diante de bananas inacessíveis e, após um período de observação, empilharam caixas ou usaram varas como ferramentas para alcançá-las. Essa solução emergiu sem treinamento prévio e sem necessidade de reforçamento gradual, demonstrando compreensão espontânea da relação entre os objetos (Köhler, 1925). Esses comportamentos indicam que o animal é capaz de "representar mentalmente" a situação e integrar elementos previamente aprendidos em uma nova configuração de resposta, característica fundamental do insight.

Observações em ambiente natural também reforçam a presença desse tipo de aprendizagem. Chimpanzés selvagens foram registrados utilizando varetas para extrair cupins de seus ninhos — uma ação que exige percepção do comportamento dos insetos e manipulação adequada do instrumento (Goodall, 1986; Boesch e Boesch, 1990).

Há pouca literatura sobre o mecanismo de aprendizagem por insight em animais de produção. Nawroth e von Borell (2015) demonstraram que leitões utilizaram pistas visuais e auditivas indiretas (como ausência de ruído ou inclinação de tabuleiro) para inferir a localização de comida escondida, sem associação direta prévia. Esta pesquisa mostra que suínos possuem flexibilidade

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

cognitiva e capacidade de inferir relações causais em contextos de solução de problemas, características próximas ao *insight*.

Aprendizagem latente

A aprendizagem latente refere-se a um tipo de aquisição de conhecimento que ocorre de forma não evidente no comportamento imediato do animal, manifestando-se apenas quando as condições ambientais demandam a aplicação desse conhecimento. Trata-se de um processo cognitivo em que o indivíduo assimila informações relevantes sobre o ambiente sem a presença de reforço ou punição direta (Tolman, 1948).

Esse tipo de aprendizagem foi originalmente descrito pelo psicólogo Edward C. Tolman, considerado um dos pioneiros da psicologia cognitiva. Em seus experimentos clássicos, Tolman (1948) colocou ratos em labirintos sem a presença de reforço (como alimento) e observou que, ao serem posteriormente expostos a recompensas, os animais rapidamente encontravam o caminho mais eficiente até o objetivo. Isso indicava que os ratos haviam desenvolvido internamente um *mapa cognitivo* do ambiente, mesmo sem incentivo externo imediato — conceito revolucionário à época, pois desafiava a noção de que o reforço era indispensável para a ocorrência de aprendizagem.

No contexto do comportamento animal, a aprendizagem latente pode ser observada em diversas espécies. Roedores como camundongos e coelhos, por exemplo, demonstram uma rápida familiarização com as características do território em que habitam. Essa informação, inicialmente adquirida sem objetivo aparente, torna-se crucial em situações futuras, como na evasão de predadores, na localização de fontes de alimento ou na procura por parceiros sexuais (Shettleworth, 2010). De modo semelhante, aves que exploram ambientes complexos desenvolvem uma representação espacial que pode ser utilizada posteriormente para retorno a ninhos ou locais de forrageamento, mesmo sem reforços durante a fase inicial de exploração (Clayton e Dickinson, 1998).

Em estudo conduzido por Jansen *et al.* (2009), foi avaliada a aprendizagem latente em suínos por meio de um paradigma experimental inspirado nos testes de desvio propostos por Tolman (1948). Os autores analisaram o impacto do ambiente de criação (enriquecido com cama de palha ou empobrecido) e de

estilos comportamentais individuais (classificados como alta ou baixa resistência à contenção no "*Backtest*") sobre a capacidade de resolução de tarefas espaciais. Inicialmente, os animais exploraram um labirinto em condições neutras, sem reforço direto. Posteriormente, quando motivados pela possibilidade de retornar à companhia de um coespecífico, foram submetidos a dois testes de memória espacial (MT1 e MT2), com bloqueio da rota direta, exigindo a identificação de um caminho alternativo. Observou-se uma melhoria significativa no desempenho entre os dois testes, indicando que os suínos haviam retido informações do ambiente mesmo sem reforço inicial, característica central da aprendizagem latente.

Esse mecanismo de aprendizagem tem implicações significativas para o manejo e bem-estar de animais de produção e silvestres, pois sugere que os indivíduos são capazes de assimilar e utilizar informações ambientais mesmo na ausência de estímulos recompensadores. Isso reforça a importância de ambientes enriquecidos e da exposição gradual a novos contextos como forma de promover adaptação comportamental e reduzir respostas de estresse frente a desafios ambientais.

Imprinting

O *imprinting*, ou estampagem, é um processo de aprendizagem rápida e irreversível que ocorre em um período sensível do desenvolvimento, geralmente logo após o nascimento. Esse conceito foi originalmente descrito por Konrad Lorenz, um dos fundadores da etologia moderna, em seus estudos com gansos. Lorenz observou que os filhotes formavam um forte vínculo com o primeiro objeto em movimento que viam após a eclosão, comportamento que denominou de "estampagem" (*imprinting*), por ser registrado de forma duradoura no sistema nervoso central durante uma janela temporal restrita (Lorenz, 1935; Bateson, 1966).

Durante o *imprinting*, estímulos sensoriais — visuais, auditivos, táteis e até mesmo olfativos — são processados de forma a estabelecer um modelo de reconhecimento social. Esse processo é particularmente importante para espécies com elevado investimento parental, pois facilita a formação de laços sociais fundamentais à sobrevivência, como o seguimento da mãe, a proteção contra predadores e o aprendizado de comportamentos sociais (Horn, 2004).

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

Do ponto de vista evolutivo, o *imprinting* constitui uma adaptação altamente eficaz, uma vez que aumenta a probabilidade de sobrevivência neonatal em ambientes naturais, onde o risco de predação é elevado logo após o nascimento. A formação rápida e precisa de laços sociais também evita a reprodução com indivíduos de outras espécies, favorecendo o isolamento reprodutivo (Bateson, 1979).

A estampagem é facilmente observada em espécies de aves e mamíferos sociais com cuidado parental intenso. Em bovinos, os sons emitidos pelas mães parecem estimular os bezerros a se levantar e funcionam como um *imprinting*, visto que os mesmos são capazes de reconhecer o chamado de suas mães, como frequentemente observado em propriedades leiteiras com retirada de leite com bezerro ao pé da vaca. Em ovinos, logo após o parto, o comportamento maternal da ovelha é ativado por sinais hormonais, especialmente pela liberação de ocitocina e prolactina, que facilitam o reconhecimento olfativo, tátil e vocal do recém-nascido (Levy *et al.*, 2004). O cordeiro, por sua vez, passa por um período crítico nas primeiras 4 a 6 horas de vida, durante o qual forma uma forte associação com a mãe através de pistas sensoriais, especialmente o olfato e a vocalização (Keller *et al.*, 2003). Essa aprendizagem rápida e irreversível permite ao animal reconhecer e seguir sua progenitora, garantindo acesso ao colostro e proteção contra predadores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compreensão dos fundamentos do comportamento aprendido em animais domésticos revela-se essencial para o desenvolvimento de práticas de manejo mais eficazes, éticas e sustentáveis na produção animal. A distinção entre comportamentos inatos e aprendidos permite identificar os limites e potencialidades cognitivas de cada espécie, bem como adaptar o ambiente de criação às necessidades comportamentais dos indivíduos. Os diferentes mecanismos de aprendizagem — desde os mais simples, como a habituação, até os mais complexos, como a aprendizagem por insight — demonstram a notável plasticidade comportamental dos animais domésticos, evidenciando sua capacidade de adaptação a estímulos ambientais, sociais e humanos.

Além disso, ao considerar que muitos comportamentos exigidos dos animais em sistemas produtivos não são naturalmente selecionados ao longo da evolução, torna-se evidente que a aprendizagem, e não a genética isoladamente, desempenha papel central na adaptação desses organismos ao convívio com humanos e ao ambiente artificial dos sistemas intensivos.

REFERÊNCIAS

ALCOCK, J. **Animal behavior: an evolutionary approach**. 10. ed. Sunderland, MA: Sinauer Associates, 2013.

BATESON, P.; MAMELI, M. The innate and the acquired: useful clusters or a residual distinction from folk biology? **Developmental Psychobiology**, v. 49, n. 8, p. 818–831, 2007.

BATESON, P. P. G. The characteristics and context of imprinting. **Biological Reviews**, v. 41, n. 2, p. 177–217, 1966.

BATESON, P. How do sensitive periods arise and what are they for? Animal **Behavior**, v. 27, p. 470–486, 1979.

BOELE, H. J. *et al.* Young domestic pigs (Sus scrofa) can perform Pavlovian eyeblink conditioning. **Frontiers in Behavioral Neuroscience**, v. 15, p. 1–14, 2021.

BOISSY, A.; ERHARD, H. W. How studying interactions between animal emotions, cognition, and personality can contribute to improve farm animal welfare. *In*: GRANDIN, T.; DEESING, M. J. (Ed.). **Genetics and the behavior of domestic animals**. 2. ed. Amsterdam: Academic Press, 2014. p. 81-113.

BOESCH, C.; BOESCH, H. Tool use and tool making in wild chimpanzees. **Folia Primatologica**, v. 54, n. 1-2, p. 86–99, 1990.

BREED, M. D.; MOORE, J. **Animal behavior**. 3. ed. Amsterdam: Elsevier, 2021.

BROOM, D. M. **A consciência nos animais e o bem-estar animal**. São Paulo: Roca, 2011.

BRUCKMAIER, R. M.; BLUM, J. W. *Oxytocin release and milk removal in ruminants.* **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 4, p. 939–949, 1998.

BRUCKMAIER, R. M.; WELLNITZ, O.; BLUM, J. W. Inhibition of milk ejection in cows by oxytocin receptor blockade, α-adrenergic receptor stimulation and in unfamiliar surroundings. **Journal of Dairy Research**, v. 71, n. 1, p. 40–48, 2004.

CLAYTON, N. S.; DICKINSON, A. Episodic-like memory during cache recovery by scrub jays. **Nature**, v. 395, n. 6699, p. 272–274, 1998.

DAVIDSON, J. E.; STERNBERG, R. J. **The psychology of problem solving**. Cambridge: Cambridge University Press, 2003. ISBN 978-0521793339.

DOMJAN, M. Princípios de aprendizagem e comportamento. 7. ed. São Paulo: Thomson, 2018.

DOMJAN, M. **The principles of learning and behavior**. 7. ed. Boston: Cengage Learning, 2014.

DWYER, C. M. Behavioural development in the neonatal lamb: effect of maternal and birth related factors. **Theriogenology**, v. 59, p. 1027–1050, 2003.

FRASER, A. F.; BROOM, D. M. **Comportamento animal e bem-estar**. 4. ed. Barueri: Manole, 2010.

FERREIRA, G. P. *et al.* Manejo de habituação de novilhas zebuínas ao ambiente de ordenha e sua influência sobre o comportamento e a produtividade animal. **Revista Brasileira de Ciência Animal**, v. 51, p. 1-9, 2020.

GIANNICO, A. T.; LIMA, L.; LANGE, R. R. *et al.* Proven cardiac changes during death-feigning (tonic immobility) in rabbits (Oryctolagus cuniculus). **Journal of Comparative Physiology**, v. 200, p. 305–310, 2014.

GOODALL, J. **The chimpanzees of Gombe: patterns of behavior**. Cambridge: Harvard University Press, 1986.

GOODWIN, D. The importance of ethology in understanding the behaviour of the horse. **Equine Veterinary Journal**, v. 31, Suppl. 28, p. 15–19, 1999.

GOULD, J. L.; GOULD, C. G. **Animal behavior: a beginner's guide**. Oxford: Oneworld Publications, 2007.

GRANDIN, T. Aversive handling experiences may make animals more difficult to handle in the future. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 39, n. 1-2, p. 91-101, 1993.

GRANDIN, T. **Bem-estar animal em fazendas e frigoríficos**. São Paulo: Roca, 2000.

GRANDIN, T. **Manejo de animais de produção: comportamento, estresse e bem-estar.** São Paulo: Roca, 2007.

GRANDIN, T.; JOHNSON, C. **O bem-estar dos animais: uma abordagem emocional e prática.** São Paulo: Roca, 2010.

GRANDIN, T.; DEESING, M. J. **Genetics and the behavior of domestic animals**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 2014.

GRANDIN, T. **Improving animal welfare: a practical approach**. 2. ed. Wallingford: Horn, [s.d.] 2015.

GUELBER SALES, M. N. **Criação de galinhas em sistemas agroecológicos**. Vitória, ES: Incaper, 2005. 284 p. ISBN 85-89274-08-X.

HAUPT, M. A. *et al.* Learning and cognition in horses (Equus caballus): what we know and why we should ask more. **Behavioural Processes**, v. 190, 104582, 2021.

HEMSWORTH, P. H. *et al.* The effects of cognitive behavioral intervention on the attitude and behavior of stockpersons and the behavior and productivity of commercial dairy cows. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 68–78, 2000.

HEMSWORTH, P. H. *et al.* **Human-animal interactions and animal productivity and welfare.** *In*: GRANDIN, T. (Ed.). Livestock handling and transport. 5. ed. Wallingford: CABI, 2018. p. 35-48.

HORN, G. Pathways of the past: the imprinting process. **Current Opinion in Neurobiology**, v. 14, n. 6, p. 81–86, 2004.

JANSEN, J. *et al.* Spatial learning in pigs: effects of environmental enrichment and individual characteristics on behaviour and performance. **Animal Cognition**, v. 12, n. 2, p. 303–315, 2009.

JONES, R. B. The tonic immobility reaction of the domestic fowl: a review. **World's Poultry Science Journal**, v. 52, n. 1, p. 63–88, 1996.

KREBS, J. R.; DAVIES, N. B. **An introduction to behavioral ecology**. 4. ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2009.

KELLER, M. *et al.* Maternal experience influences the establishment of visual/auditory, but not olfactory recognition of the newborn lamb by ewes at parturition. **Developmental Psychobiology**, v. 43, n. 3, p. 167–176, 2003.

KÖHLER, W. The mentality of apes. London: Routledge & Kegan Paul, 1925.

LAUNCHBAUGH, K. L.; HOWERY, L. D. Understanding landscape use patterns of livestock as a consequence of foraging behavior. **Rangeland Ecology & Management**, v. 58, p. 99–108, 2005.

LEVY, F.; KELLER, M.; POINDRON, P. Olfactory regulation of maternal behavior in mammals. **Hormones and Behavior**, v. 46, n. 3, p. 284–302, 2004.

LOMB, J. *et al.* Effects of positive reinforcement training for heifers on responses to a subcutaneous injection. **Journal of Dairy Science**, v. 104, n. 5, p. 6146–6158, 2021.

LORENZ, K. Der Kumpan in der Umwelt des Vogels. **Journal für Ornithologie**, v. 83, p. 137–213, 1935.

LORENZ, K. Z. **The foundations of ethology**. Tradução de Robert Warren Kickert. 1. ed. Wien; New York: Springer Verlag, 1981. xvii, 380 p.

MANTEUFFEL, G. *et al.* Farm animal cognition – linking behavior, welfare and ethics. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 6, p. 24, 2019.

MARINO, L.; COLVIN, C. M. Thinking pigs: a comparative review of cognition, emotion, and personality in Sus domesticus. **International Journal of Comparative Psychology**, v. 28, 2015.

MARLER, P. Three models of song learning: evidence from behavior. **Journal of Neurobiology**, v. 33, n. 5, p. 501–516, 1997.

McCALL, C. A.; BURGIN, S. E.; HALL, E. J. Equine utilization of secondary reinforcement during response extinction and acquisition. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 82, n. 3, p. 163–172, 2003.

McGREEVY, P.; BOAKES, R. **Carrots and sticks: principles of animal training**. Cambridge: Cambridge University Press, 2011.

MILLS, D. S. **The encyclopedia of applied animal behaviour and welfare**. Wallingford: CABI, 2010.

NAWROTH, C. *et al.* Farm animal cognition — linking behavior, welfare and ethics. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 6, p. 24, 2019.

NAWROTH, C.; VON BORELL, E. Domestic pigs' (Sus scrofa domestica) use of direct and indirect visual and auditory cues in an object choice task. **Animal Cognition**, v. 18, p. 757–766, 2015.

OLIVEIRA, C. E. A. *et al.* Técnicas de manejo para facilitar o trabalho com bovinos em sistemas de pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 43, p. 670–678, 2014.

PAVLOV, I. P. **Conditioned reflexes: an investigation of the physiological activity of the cerebral cortex**. Translated by G. V. Anrep. London: Oxford University Press, 1927.

PEARCE, J. M. **Animal learning and cognition: an introduction**. 3. ed. New York: Psychology Press, 2008.

PEARCE, J. M. **Animal learning and cognition: an introduction**. 3. ed. Hove: Psychology Press, 2013.

PHILLIPS, C. J. C. **Cattle behaviour and welfare**. 2. ed. Malden: Blackwell Science Ltd, 2002. p. 264.

PROVENZA, F. D.; BALPH, D. F. Diet learning by domestic ruminants: theory, evidence and practical implications. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 18, p. 211–232, 1987.

PROVENZA, F. D. **Foraging behavior: managing to survive in a world of change.** Logan, UT: Utah State University Press, 2003. ISBN 978-0970389923.

PROVENZA, F. D.; VILLALBA, J. J. Foraging in domestic herbivores: linking the internal and external milieux. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 362, n. 1486, p. 2091–2109, 2006.

RIBER, A. B. *et al.* Welfare of layers in furnished cages and non-cage systems. **World's Poultry Science Journal**, v. 74, n. 4, p. 587–604, 2018.

RUSHEN, J. *et al.* **The welfare of cattle**. Dordrecht: Springer, 2008.

SHETTLEWORTH, S. J. **Cognition, evolution, and behavior.** 2. ed. Oxford: Oxford University Press, 2010. p. 145.

SKINNER, B. F. **O comportamento dos organismos**. Nova York: Appleton-Century-Crofts, 1938.

SKINNER, B. F. **Science and human behavior**. New York: Free Press, 1953.

SKINNER, B. F. **Ciência e comportamento humano**. 11. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003. (Original publicado em 1953).

SOUSA, K. T. **Avaliação da técnica de condicionamento operante para treinamento de novilhas leiteiras à base de pasto.** 2016. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

SPINKA, M. Animal agency, animal awareness and animal welfare. **Animal Welfare**, v. 28, n. 1, p. 11–20, 2019.

SUTHERLAND, M. A. *et al.* Cognitive abilities of cattle and their implications for beef cattle production. **Animal Production Science**, v. 53, n. 10, p. 965–974, 2013.

THORNDIKE, E. L. **Animal intelligence: experimental studies.** New York: Macmillan, 1911.

TINBERGEN, N. **The study of instinct**. Oxford: Clarendon Press, 1951.

TOLMAN, E. C. Cognitive maps in rats and men. **Psychological Review**, v. 55, n. 4, p. 189–208, 1948.

VAUGHAN, A. *et al.* Operant conditioning of urination by calves. **Applied Animal Behavior Science**, v. 158, p. 8–15, 2014.

11

MEDIDAS UTILIZADAS PARA O COMPONENTE ARBUSTIVO-ARBÓREO DA CAATINGA

Shirlenne Ferreira Silva
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Samila Barbosa Lisboa
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

João Paulo Matos Pessoa
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Marcos Lenyn Rodrigues dos Santos
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Maysa Callado Moura
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Joana Floribela Lima da Silva
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Assíria Anne Rodrigues Campos
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Fernanda Fernandes Liarth
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Lívia Laena Pires de Moura
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Antônio Nelson Lima Costa
Universidade Federal do Cariri (UFCA)

10.37885/250819903

RESUMO

A Caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro, caracterizado por vegetação heterogênea e espécies de porte arbustivo-arbóreo. Devido às particularidades estruturais desse ecossistema, são necessários métodos específicos para a mensuração e análise da vegetação, como o uso do diâmetro ao nível do solo em vez da altura do peito. O avanço tecnológico tem contribuído significativamente para aumentar a precisão dessas mensurações por meio de sensores e dispositivos digitais. Parâmetros fitossociológicos como densidade, frequência e cobertura são fundamentais para compreender a composição e a dinâmica das comunidades vegetais, orientando práticas de manejo sustentáveis. A padronização dessas metodologias é essencial para garantir comparabilidade entre estudos e embasar estratégias de conservação. Assim, o conhecimento técnico e científico da Caatinga é decisivo para promover sua valorização e uso racional.

Palavras-chave: Caatinga; estrutura da vegetação; fitossociologia; manejo sustentável; técnicas de mensuração.

INTRODUÇÃO

A Caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro, abrigando uma biodiversidade singular e adaptada a condições de clima semiárido. Apesar de sua relevância ecológica e socioeconômica, esse bioma ainda enfrenta desafios relacionados ao conhecimento científico e ao manejo sustentável de seus recursos naturais (Araújo Filho, 2013).

O bioma possui grande variação fisionômica, principalmente no que refere-se à densidade e ao porte das plantas. Mudanças visíveis em escala local estão ligadas a alterações ambientais, facilmente identificáveis. Um exemplo a esse respeito é o caso do maior porte das plantas nos vales e do menor sobre lajedos e solos rasos, em consequência da maior e menor disponibilidade hídrica. As variações em escala de regiões, abrangendo milhares de quilômetros quadrados, são mais difíceis de identificar, em virtude dos limites difusos, da causalidade múltipla e da variabilidade local interna a cada uma delas.

O consenso atual é que a Caatinga é um complexo vegetacional que reúne ambientes muito distintos, fisionomias variadas e flora diversificada, cujo conhecimento encontra-se ainda em curso. Considera-se que a caatinga apresenta três estratos distintos: arbóreo, arbustivo e herbáceo, com plantas caducifólias que perdem suas folhas ao longo do período de estiagem. O papel deste bioma concentra-se na manutenção dos processos ecológicos macrorregionais, e por isto, enquadrá-la em uma classificação universal, é um problema, uma vez que a maioria de seus aspectos fisionômicos é decorrente da interrelação complexa entre fatores ecológicos (clima, condições edáficas e topográficas) e fatores antrópicos (Alves, 2009; Cavalcante *et al.,* 2009).

Nesse sentido, a vegetação lenhosa da Caatinga, composta por arbustos e pequenas árvores, exige metodologias específicas para sua caracterização, especialmente no contexto de levantamentos fitossociológicos, essenciais para compreender a estrutura e a dinâmica da vegetação em diferentes áreas e sistemas de uso. Em regiões como a Caatinga e o Cerrado *sensu stricto,* onde predominam fisionomias com indivíduos de porte mais baixo, as medições tradicionais do diâmetro à altura do peito (DAP), comumente realizadas a 1,3 metros do solo, podem não ser adequadas (Mota, Paula e Viana, 2014).

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

Nesse contexto, a adoção de medidas alternativas como o diâmetro ao nível do solo (DAS) ou o perímetro ao solo (PAS) tem sido recomendada por autores como Moro e Martins (2011), contribuindo para maior padronização e comparabilidade entre estudos ecológicos. O uso de tecnologias inovadoras também tem aprimorado a acurácia dessas mensurações. Dispositivos como dendrômetros remotos, sensores magnéticos integrados e instrumentos portáteis com microcontroladores têm demonstrado alta confiabilidade, com margens de erro inferiores a 0,3 cm em comparação aos métodos tradicionais (Uçar *et al.,* 2022).

Esses avanços refletem uma crescente valorização da precisão nas medições, especialmente em biomas sensíveis como a Caatinga, onde o monitoramento da vegetação é fundamental para o manejo sustentável. Além dos critérios de mensuração, os parâmetros fitossociológicos como densidade, frequência e cobertura são indispensáveis para avaliar a estrutura das comunidades vegetais. Esses indicadores permitem inferir aspectos ecológicos importantes, como a dominância de determinadas espécies e a recuperação da vegetação nativa, sendo amplamente utilizados em estudos de pastagens no semiárido (Araújo Filho, 2013).

Diante disso, esta revisão traz pontos que sugerem a compreensão e aplicação correta dos métodos de levantamento e análise do componente arbustivo-arbóreo, que são essenciais não apenas para a pesquisa científica, mas também para subsidiar ações de manejo que promovam a conservação e o uso racional dos recursos naturais da Caatinga.

DESAFIOS PARA ESTUDOS DOS COMPONENTES ARBUSTIVO-ARBÓREO DA CAATINGA

A Caatinga (Figura 1) tem sido explorada há séculos pelos produtores locais, tanto pela atividade agrícola desenvolvida, quanto pela extração da madeira, lenha, frutos nativos e pecuária extensiva (Pereira Filho *et al.,* 2013).

As plantas nativas que apresentam potencial forrageiro, por apresentarem caráter xerófilo que permite a sua sobrevivência, mesmo em períodos de secas prolongadas constituem importante fonte de alimentos na região Semiárida.

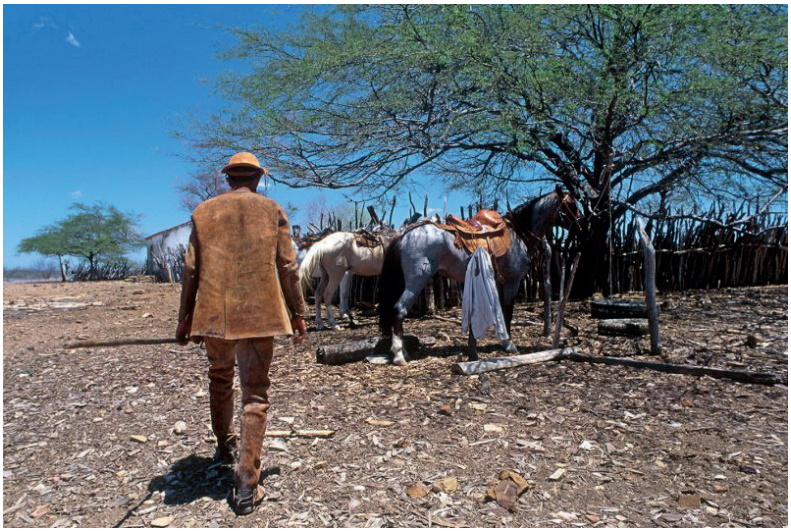
Figura 1 - Área de Caatinga no período chuvoso.



Fonte: (Portal Embrapa-Carla Dias, 2003).

Contudo, essa utilização tem sido exercida sem o devido conhecimento do potencial produtivo e quase nenhuma técnica de controle ambiental. Para a mudança desse cenário, são necessárias medidas que promovam o estudo e a conservação da biodiversidade do bioma na busca da consolidação do manejo que assegure a sustentabilidade de seus recursos (Figura 2).

Figura 2 - Sertanejo no dia a dia na Caatinga.



Fonte: Banco de imagens gratuitas do google imagens.

No manejo dos recursos arbustivos e arbóreos da Caatinga, é necessário conhecer o potencial de recuperação das áreas exploradas para assim se estabelecer um ciclo de corte mínimo apropriado a cada ambiente (Leal *et al.,* 2005). Uma vez que, seus estratos arbóreo e arbustivo tem grande variedade de espécies nativas, que além de sua importância biológica, possui potencial de produção de forragem, constituindo-se na maioria das vezes, a principal fonte de alimentação animal. Em ambientes complexos como os que integram a região semiárida brasileira, a desconsideração desse aspecto e o manejo errôneo desse bioma, pode levar a um processo irreversível de degradação.

Alturas para a medição do perímetro ou diâmetro do tronco

Segundo Moro e Martins (2011) a altura do peito de maneira geral é a posição mais confortável para mensurar árvores, pois permite que o pesquisador fique em pé durante as aferições agilizando o processo. A altura do peito é utilizada para as mensurações do perímetro (PAP) e do diâmetro do tronco (DAP), sendo definida como a altura que fica a 1,3 m acima do nível do solo, o que corresponderia a altura aproximada de um homem adulto.

Contudo, segundo Mota, Paula e Viana (2014), para biomas que possuem fisionomias com árvores baixas e arbustos como a Caatinga e o Cerrado *sensu stricto,* a mensuração a nível do peito não seria a mais adequada por não haver troncos com 1,3m de altura. Em casos como esses são utilizadas medidas do diâmetro (DAS) ou perímetro (PAS) do tronco ao nível do solo (Figura 3).

Figura 3 - Mensuração do diâmetro da altura da base com uma suta (A) e uma fita métrica (B).



Fonte: Conrado (2017).

Vale ressaltar que diferentes formas de medições podem acarretar falta de padronização e tornam mais dificultosas as comparações entre estudos, então recomenda-se que em estudos fitossociológicos em florestas sejam utilizados o DAP ou PAP, enquanto que em levantamentos feitos na Caatinga, Cerrados ou em áreas com aspecto savânico sejam utilizados o DAS ou PAS (Moro e Martins, 2011).

Apesar da praticidade desse método tradicional, tecnologias mais recentes vêm sendo utilizadas para ampliar a precisão e a eficiência na mensuração de diâmetros. Um estudo de Uçar *et al.* (2022) demonstrou que smartphones aplicados como dendrômetros remotos, posicionados a cerca de 1–1,5 m do tronco, oferecem medições tão confiáveis quanto os paquímetros convencionais, com diferenças médias inferiores a 0,3 cm.

Mais recentemente, sensores magnéticos integrados a redes sem fio têm possibilitado o monitoramento contínuo do crescimento dos troncos, com precisão milimétrica (até 0,001 mm), mesmo em coletas realizadas por longos períodos. Além disso, dispositivos portáteis equipados com sensores de deslocamento e microcontroladores vêm se destacando pela rapidez e precisão, atingindo taxas de acurácia superiores a 97% em relação aos métodos tradicionais.

Esses valores também podem ser convertidos para diâmetro (**$D = \pi P$**) raio (**$P = 2 \pi r$**) ou área basal (**$Gi = \pi r^2$**) da planta utilizando um *software* de planilha

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

eletrônica, como o *OpenOffice Calc* ou o *Microsoft Excel*, para automatizar essa tarefa (Mota, Paula e Viana, 2014).

Critérios de inclusão em diferentes tipos de vegetação

Segundo Caiafa e Martins (2007) nos trabalhos realizados nas florestas brasileiras de maneira geral, têm sido utilizados um critério de inclusão que corresponde a um PAP mínimo de 15 cm e outros trabalhos fazem a escolha de um DAP de 5 cm.

Segundo Rodal *et al.* (1992) para a Caatinga é recomendado para o estrato lenhoso que os indivíduos sejam amostrados com DAS igual ou superior a 3 cm, sendo excluídos os indivíduos que sejam menores que 1 m de altura. Porém, há recomendações feitas por pesquisadores que incluem medidas tomadas no nível do solo (DAS) a partir de DAS maior ou igual a 3 cm (Moro e Martins 2011).

Parâmetros importantes presentes em levantamentos fitossociológicos

Dentre os principais parâmetros fitossociológicos utilizados em avaliações de pastagens utilizados em Caatinga, serão destacadas a densidade (total, específica e relativa), frequência (total e relativa) e cobertura (total e relativa).

Segundo Araújo Filho (2013) a densidade inclui o número de indivíduos por unidade de área. É total quando todos os indivíduos são considerados em conjunto, é específica quando feita a avaliação de cada espécie botânica e relativa quando a densidade específica é expressa como porcentagem da densidade total.

Sua importância se dá no acompanhamento da reocupação das pastagens por plantas perenes ou espontâneas, na ecologia de plantas e na cobertura do solo pela vegetação (Figura 4).

Figura 4 - Pesquisadores na Caatinga em análise da vegetação.



Fonte: (Projeto Biomas 2004).

Abaixo seguem exemplos de cálculos para a densidade (utilizando o método dos quadrantes) frequência (utilizando o método dos pinos) e cobertura (utilizando o transecto linear) baseado em estudos realizados por Araújo Filho (2013).

Densidade total: $Dt = \frac{10.000}{\Sigma\left(\frac{Dist}{n}\right)^2}$

10.000= 1ha
Σ $(Dist)^2$ = média das distâncias elevada ao quadrado, em que n é o número total de plantas n cujas distâncias foram medidas.

Na Tabela 1 estão os dados de campo resultantes de cinco pontos amostrais que resultaram em 20 medidas (5 pontos amostrais x 4 quadrantes por ponto).

Tabela 1 - Método dos quadrantes: espécies arbóreas, distâncias e número de plantas amostradas.

Espécies amostradas	Distâncias (m)	Número de plantas
Catingueira	0,7; 1,2; 3,6; 2,0; 1,8; 2,4; 3,0; 4,5	8
Aroeira	3,0; 5,0; 3,5; 4,5	4
Jucá	4,0; 6,0; 5,0	3
Pereiro	3,4; 4,2; 2,9; 1,9; 3,0	5

Fonte: Araújo Filho (2013).

Calculando... Σ Dist = 0,7+1,2+3,6+2,0+1,8+.....+3,0 = 65,6

$$\Sigma \frac{\text{Dist}}{n} = \frac{65.6}{20} = 3{,}28m$$

$$Dt = \frac{10.000}{(3{,}28)^2} = \frac{10.000}{10{,}76} = 929\ plantas/ha$$

Cálculo da densidade relativa (Dr) e densidade específica (De):

Tabela 2 - Densidade relativa (Dr) e densidade específica (De) das espécies amostradas.

Espécies amostradas	De (%)	Dr
Catingueira	(8/20) x 100 = 40	929 x 0,40 = 372
Aroeira	(4/20) x 100 = 20	929 x 0,20 = 186
Jucá	(3/20) x 100 = 15	929 x 0,15 = 139
Pereiro	(5/20) x 100 = 25	929 x 0,25 = 232

Fonte: Araújo Filho (2013).

O produto da densidade relativa de cada espécie pela densidade total resulta na densidade específica (De)= Dr. Dt. Para a frequência, esta pode ser obtida dividindo-se o número de unidades amostrais em que a espécie foi detectada (ocorrência) pelo número total de unidades amostrais e expresso o resultado em porcentagem.

$$F(\%) = \frac{\text{ocorrência}}{\text{Total}_{\text{pontos}}} \times 100$$

Na Tabela 3 segue o exemplo da aplicação do método da armação dos pinos. Foram coletadas 80 unidades amostrais em uma comunidade amostral.

Tabela 3 - Cálculo da frequência de quatro espécies arbóreas.

Espécies amostradas	Ocorrência	Frequência (%)
Catingueira	60	(60/80) x 100 = 70,0
Aroeira	30	(30/80) x 100 = 37,5
Jucá	20	(20/80) x 100 = 25,0
Pereiro	40	(40/80) x 100 = 50,0

Fonte: Araújo Filho (2013).

Para o cálculo da cobertura específica (Ce) utiliza-se a seguinte fórmula:

$$Ce(\%) = \frac{\text{Int/Esp} \times 100}{Lt}$$

Em que:
Ce = cobertura específica em porcentagem
Int/esp = interceptação média por espécie
Lt = comprimento do transecto

No exemplo da Tabela 4 foram tomados cinco transectos de 20 m de comprimento cada.

Tabela 4 - Cálculo da cobertura arbórea, específica e total de quatro espécies arbóreas.

Espécies amostradas	Interceptações (m)	Cobertura (%)
Catingueira	3,6+ 5,4+ 2,3+ 5,6+ 3,8+ 4,5 = 25,2	21,0
Aroeira	6,8+ 5,9+ 3,8= 16,5	27,5
Jucá	4,5+ 2,2 = 6,7	16,7
Pereiro	5,4+ 6,1+4,9+ 7,8 = 24,2	30,2
Cobertura total		95,4

Fonte: Araújo Filho (2013).

Para a Catingueira a cobertura seria: 25,2/6 = 4,2
Desta maneira, a cobertura seria: 4,2/20*100= 21,0%
Para a Aroeira: 16,5/3= 5,5..... 5,5/20*100= 27,5%

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Caatinga, por sua singularidade ecológica e por ser o único bioma exclusivamente brasileiro, demanda um olhar mais atento e estratégias específicas para sua conservação e uso sustentável. Embora apresente limitações

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

na disponibilidade de forragem ao longo do ano, esse fator não pode justificar práticas predatórias que comprometem sua biodiversidade.

A adoção de métodos adequados para a avaliação da vegetação, respeitando suas peculiaridades estruturais, é fundamental para subsidiar ações de manejo e tomada de decisão no campo.

Outro aspecto relevante é que, o repasse de informações técnicas aos produtores, especialmente sobre o valor forrageiro das espécies nativas, pode fortalecer a permanência das famílias no semiárido, promovendo segurança alimentar para os rebanhos. Valorizar a Caatinga é reconhecer suas potencialidades e contribuir para a resiliência dos sistemas produtivos locais.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. J. A. Caatinga do Cariri Paraibano. **Gonomos,** Belo Horizonte, v. 17, n. 1, p. 19-25, 2009.

ARAÚJO FILHO, J.A. de. **Manejo pastoril sustentável da caatinga.** Recife, PE: Projeto Dom Helder Câmara, 200p, 2013.

CAIAFA, A.N.; MARTINS, F.R. Taxonomic identification, sampling methods, and minimum size of the tree sampled: implications and perspective for studies in the brazilian Atlantic Rainforest. **Functional Ecosystems and Communities,** n.1, p. 95-104, 2007.

CAVALCANTE, A. D. C. *et al.* Mudanças florísticas e estruturais, após cinco anos, em uma comunidade de Caatinga em Pernambuco**. Acta Botânica Brasilica,** São Paulo, v. 23, p. 95-97, 2009.

CONRADO, J.A.A. **Biomassa herbácea e biodiversidade da caatinga submetida a diferentes raleamentos e enriquecimentos.** Fortaleza-CE, 2017. 78p.Dissertação de Mestrado -Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

LEAL, I. R. *et al.* Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Megadiversidade,** n.1, p.139-146, 2005.

MORO, M.F.; MARTINS, F.R.; 2011. Métodos de Levantamento do Componente Arbóreo-Arbustivo. *In*: **Fitossociologia no Brasil.** Métodos e estudos de caso. Felfili, J.M. et. al. (eds).174-208 p.

MOTA, N.F.O; PAULA, L.F.; VIANA, P.L. **Guia prático para métodos de campo para estudos de flora**. Bocaina Biologia da Conservação. 2ª. Edição -Belo Horizonte, MG. 2014.

PEREIRA FILHO, J. M. *et al.* Manejo da Caatinga para produção de caprinos e ovinos. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal, Salvador**, v.14, n.1, p.77-90, jan/mar. 2013.

RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S.; FIGUEIREDO, M. A. *Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico: ecossistema Caatinga*. Brasília: **Sociedade Botânica do Brasil**, 1992.

UÇAR, Z.; DEĞERMENCI, A. S.; ZENGIN, H.; BETTINGER, P. Evaluating the accuracy of remotedendrometers in tree diameter measurements at breast height. ***Croatian Journal of Forest Engineering***, v. 43, n. 1, p. 15–25, 2022.

12

SILAGEM E FENO DE PLANTAS NATIVAS OU ADAPTADAS NA CAATINGA

Shirlenne Ferreira Silva
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Marcos Lenyn Rodrigues dos Santos
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

João Paulo Matos Pessoa
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Samila Barbosa Lisboa
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Clara Beatriz Marques da Silva Xavier
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Joana Floribela Lima da Silva
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Angelina Milka Veras da Costa
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Dejânia Rodrigues da Silva
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Maria Vitória de Paiva Oliveira
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Laiane Nogueira Duarte
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

doi 10.37885/250819914

RESUMO

Quando fala-se em Semiárido Nordestino Brasileiro tem-se a falsa impressão que viver nessa região não é nada fácil. Isso devido às limitações existentes no que diz respeito aos recursos naturais, principalmente à escassez dos recursos hídricos. Embora existam informações disponíveis sobre a vegetação da Caatinga, sua riqueza florística forrageira ainda é pouco conhecida, tornando mais dificultoso o conhecimento de espécies com potencial a serem empregadas. A prática de conservação de forragens através da fenação ou ensilagem é bastante difundida em quase todas as regiões do mundo. No contexto de Caatinga as plantas de interesse forrageiro podem ser utilizadas como reservas de alimento no período de estiagem para os animais. Porém, boa parte dos pecuaristas não utiliza nenhuma técnica para amenizar a falta de alimentos durante a seca, tornando-se vulneráveis, quer seja por falta de informações ou falta de planos e projetos que os incentivem a realizarem práticas de convivência com a seca. A exploração racional da Caatinga para a produção de feno e silagem apresenta potencial considerável, especialmente devido à sua rica diversidade de espécies forrageiras adaptadas ao semiárido. Embora a pastagem nativa seja diversa e ainda pouco conhecida, algumas espécies apresentam qualidade nutricional que pode ser usada na alimentação animal, tanto *in natura* quanto conservadas em forma de feno ou silagem, de forma que supra as necessidades nutricionais dos animais.

Palavras-chave: Convivência com a seca; exploração racional; semiárido; técnicas de conservação.

INTRODUÇÃO

Quando fala-se em Semiárido Nordestino Brasileiro tem-se a falsa impressão que viver nessa região não é nada fácil, isso devido às limitações existentes no que diz respeito aos recursos naturais, principalmente a escassez dos recursos hídricos. No entanto, uma pergunta ecoa no ar: Será verdade? De acordo com Araújo Filho (2011), tal afirmação pode ser controversa, já que mais de 40% dos nordestinos vivem nessa região.

Se um número expressivo de pessoas habita essa região é possível afirmar que dela conseguem extrair o necessário para sua manutenção e sobrevivência. Falar em qualidade de vida na região Semiárida parece algo muito distante para o bom senso de muitos críticos. No entanto, a falta de conhecimento na exploração racional de todos os recursos oferecidos por essa região tem tornado essa realidade um pouco distante.

Em termos de caracterização da região Semiárida, segundo Araújo Filho *et al.* (2002), esta apresenta altas temperaturas, reduzida pluviosidade, solos pouco intemperizados e baixa produção de fitomassa. Junto a essas condições edafoclimáticas, há a adoção de sistemas agrícolas do tipo extrativistas, onde a agricultura é desenvolvida à custa de um desmatamento indiscriminado, queimadas e períodos de pousio inadequados.

O fator de destaque desta região é o clima. É ao clima que a vegetação está adaptada, variando de acordo com a época do ano, aos períodos seco ou chuvoso. O balanço hídrico dessa região é deficiente devido ao potencial de evapotranspiração ser maior do que a precipitação. No entanto, existem áreas em que essa deficiência hídrica é bem reduzida, por exemplo, nas margens de rios denominados de baixios e as serras úmidas ou brejos (Araújo, 2011).

Quase toda a precipitação fica concentrada em três a quatro meses dentro da estação chuvosa, levando à condição de balanço hídrico negativo na maioria dos meses do ano e elevado índice de aridez. O clima predominante na região Semiárida nordestina é do tipo BSw'h' conforme a classificação de Köppen, tropical seco com a evaporação excedendo a precipitação, com ocorrência de pequenos períodos de chuvas sazonais (Araújo Filho, 1995). Em relação à disponibilidade hídrica, esta é bastante variável no tempo e no espaço. Segundo Sampaio (2010) essa variabilidade origina-se de algumas causas principais:

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

1. Sistema muito complexo da formação das chuvas, sendo estas concentradas em poucos meses do ano e em anos chuvosos alternados irregularmente com anos de secas;

2. Disposição orográfica, com serras e chapadas mais altas interceptando as frentes mais úmidas, recebendo mais chuvas que o entorno e criando zonas pouco chuvosas à sotavento;

3. Escoamento das águas, deixando as encostas mais secas e concentrando-se nos vales, formando lagoas e rios, sendo estes temporários, mas onde a disponibilidade hídrica estende-se por semanas e até meses depois que as chuvas cessam;

4. Variabilidade dos solos, com maior ou menor capacidade de reter as águas das chuvas, por conta de diferentes profundidades e texturas.

Em relação às altas temperaturas, essas exercem impacto direto na quantidade e qualidade da forragem disponível. As altas temperaturas promovem rápida lignificação da parede celular, tornando mais rápida a atividade metabólica celular, resultando em diminuição do pool de metabólitos no conteúdo celular (Van Soest, Robertson e Lewis, 1994).

No que diz respeito aos solos, em geral, são pouco desenvolvidos em função das condições de escassez das chuvas. Segundo Araújo Filho (2013), aproximadamente 50% dos solos do semiárido são de origem sedimentar, ricos em águas subterrâneas. Porém são pobres em matéria orgânica, deficientes em nitrogênio e fósforo, apresentam salinidade e acidez, o que influencia a disponibilidade de nutrientes para as plantas, além de apresentar sérias restrições físicas em razão de sua pouca profundidade, afloramentos rochosos e presença de sedimentos.

Para Melo (2004) existe uma relação direta entre o solo e a vegetação, pois alterações ocorridas na vegetação influenciam os atributos físicos e químicos do solo, como mudanças no solo provocam efeitos relevantes sobre a vegetação. De acordo com Parente e Maia (2011) as taxas de lotação inadequadas com sobrecarga animal em função da disponibilidade de oferta provocam danos no solo. A forte pressão exercida sobre ele através do pisoteio provoca a compactação (no período chuvoso) e a desagregação (período seco), resultando em

efeitos negativos sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e vegetação, tornando as áreas propícias à desertificação.

A vegetação nativa é bem diversificada devido aos três estratos que a compõem: herbáceo, arbustivo e arbóreo, além da presença da serrapilheira. Assim, a determinação da produção de uma vegetação tão diversa como a da Caatinga, tem sido visto como um grande desafio, já que para avaliar cada um dos estratos que a formam, são necessários diferentes métodos na busca da melhor maneira de caracterizar os diversos sítios ecológicos. Nesse sentido, o objetivo desta revisão é apresentar espécies forrageiras da Caatinga com potencial para confecção de feno e silagem.

CARACTERIZAÇÃO DO BIOMA CAATINGA

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2011) a Caatinga, bioma exclusivamente brasileiro, ocupa cerca de 11% do país (844.453 km^2) situando-se entre o Equador e o Trópico de Capricórnio (cerca de 3º a 18º sul), com temperaturas altas e pouco variáveis, espacial e temporalmente, com médias anuais entre 25ºC e 30ºC, sendo o principal bioma da Região Nordeste.

A origem do nome Caatinga vem da língua indígena Tupi-Guarani, significando *"floresta branca", ou "mata branca".* Essa condição da Caatinga é muito mais que um simples significado, é a identidade do bioma e é referente ao aspecto esbranquiçado da vegetação durante o período seco em que a maioria das plantas perdem as suas folhas, e os galhos e troncos apresentam aspecto claro prateado quando em contato com a luz do sol.

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

Figura 1 - Caatinga na época de queda das folhas.



Fonte: webambiente:ff_fisionomias_caatinga_caatinga_arbustiva.

A queda das folhas é devido às suas árvores e arbustos apresentarem caducifolia. Essa característica pode causar um efeito visual negativo para a região, dando a impressão de ser um bioma sem abundância. Infelizmente, ainda existe grande falta de conhecimento sobre a riqueza da vegetação que compõem a Caatinga, no entanto, esse bioma oferece grande variedade de produtos, surpreendendo pela "explosão" de diversidade na presença das primeiras chuvas (Maciel, 2016).

A Caatinga apresenta grande riqueza de espécies, entre mamíferos, aves, répteis, anfíbios, peixes e abelhas, tem cerca de 1.487 espécies de animais que vivem nesse ambiente, abrigando muitas espécies exclusivas, sendo o bioma semiárido mais biodiverso do mundo (Ministério do Meio Ambiente, 2011). Dentro dessa biodiversidade estão presentes os três estratos que compõem a sua paisagem, cada um com suas particularidades e participação importante na dieta de animais.

Ao longo de milhares de anos, as espécies pertencentes a esse bioma desenvolveram vários mecanismos que permitiram à vegetação, a adaptação às condições climáticas que estavam submetidas. Segundo Araújo Filho (2002), a vegetação da Caatinga é caracterizada por árvores e arbustos de porte baixo que apresentam como característica a caducifolia. Várias plantas são dotadas de espinhos, apresentando cutículas impermeáveis, caules suculentos e

subterrâneos ricos em nutrientes. Todas essas adaptações conferem um aspecto característico denominado xeromorfismo.

Grande parte do estrato arbóreo e uma pequena parte do estrato arbustivo não estão disponíveis aos animais durante a época chuvosa devido à altura do dossel, porém, com a chegada do período seco em que ocorre a queda das folhas, estas tornam-se disponíveis, sendo a partir desse momento que há a formação do componente serrapilheira.

Em relação ao estrato herbáceo, este é constituído por plantas efêmeras em parte. Nesse caso, as espécies que o compõem completam seu ciclo de forma rápida, aproveitando os pulsos de precipitações. A outra parte desse estrato que são consideradas anuais apresentam grande declínio em sua composição químico-bromatológica com a falta da precipitação. Por fim, a serapilheira é o componente que recobre a superfície do solo, composta por restos de vegetação, folhas, cascas e frutos em diferentes estágios de decomposição (Maciel, 2016).

A serrapilheira apresenta grande importância na alimentação dos animais durante o período seco, pois as folhas que outrora não eram consumidas seja por estarem fora do alcance dos animais ou por não serem palatáveis quando verdes, ao caírem no solo são consumidas pelos mesmos, sendo ricas fontes de nutrientes contribuindo para a mantença dos rebanhos na estiagem, além de proteção que oferece ao solo contra a radiação e altas temperaturas.

Segundo Drummond *et al.* (2000), algumas espécies da Caatinga merecem destaque, dentre as quais, podem ser citadas entre as arbóreas, o Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Benth), Pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex. Tul.), Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.), Catingueira rasteira (*Caesalpinia microphylla* Mart.), Canafístula (*Senna spectabilis* var. excelsa (Sharad)), Marizeiro (*Geoffraea spinosa* Jacq.), Mororó (*Bauhinia* sp.), Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.), Rompe-gibão (*Pithecelobium avaremotemo* Mart.) e o Juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.).

Entre as espécies arbustivas e subarbustivas: Jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret), Engorda-magro (*Desmodium* sp), Marmelada de cavalo (*Desmodium* sp), Feijão bravo (*Phaseolus firmulus* Mart.), e o Mata-pasto (*Senna* sp), entre as lianas e rasteiras: Mucunãs (*Stylozobium* sp) e Cunhãs (*Centrosema* sp). Entre as frutíferas, temos o Umbu (*Spondias tuberosa* Arruda), Araticum (*Annona glabra* L., *A. coriacea* Mart., *A.spinescens* Mart.), Mangaba (*Hancornia*

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

speciosa Gomez), Jatobá (*Hymenaea* spp.), Juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.), Murici (*Byrsonima* spp.) e o Licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.).

Figura 2 - Destaque para o Juazeiro verde em época seca na Caatinga.



Fonte: https://www.agro20.com.br/juazeiro/.

De acordo com os autores citados acima, todas estas espécies são exploradas pela população de forma extrativista, resultando na diminuição da população dessas espécies e deixando-as em riscos de extinção. Em relação à produção total de fitomassa, ramos e folhas das espécies lenhosas juntamente com as plantas herbáceas chegam em média a 4.000 kg/ha^{-1}, sendo alimento para caprinos, ovinos, bovinos e muares, além de possuir também potencial madeireiro e medicinal. No período chuvoso 70% das espécies botânicas da Caatinga têm significativa participação na alimentação dos animais, enquanto que no período seco, devido à redução da produção essa participação torna-se limitada (Leite *et al.*, 1990; Araújo Filho *et al.*, 1994).

A irregularidade das chuvas e a baixa capacidade de retenção da água no solo agravam a produção de fitomassa da Caatinga, já que a água apresenta papel importante na fisiologia da planta, na produção de fitomassa e duração dos estádios fenológicos. Durante o período de estiagem o material remanescente das espécies é predominante, ainda que tenha aumento da disponibilidade de matéria seca (MS), há diminuição da digestibilidade (Souza *et al.*, 2013).

Embora existam informações disponíveis sobre a vegetação da Caatinga, sua riqueza florística forrageira ainda é pouco conhecida, tornando mais dificultoso o conhecimento de espécies com potencial a serem empregadas. De acordo com Araújo Filho e Carvalho (1997), essa deficiência no conhecimento contribui para a prevalência de um manejo extrativista da vegetação, carecendo de práticas e tecnologias adequadas ao aporte de uma base de sustentabilidade nos ecossistemas da Caatinga.

Segundo Drummond *et al.* (2000) essa exploração extrativista traz consequências desastrosas, principalmente relacionadas aos recursos naturais renováveis. Assim, já foram observadas grandes perdas da diversidade da flora e fauna, o solo já está comprometido devido à rapidez da erosão resultando na diminuição da fertilidade do mesmo, diminuição da qualidade das fontes de águas devido à sedimentação e sinais de desertificação.

De acordo com Oliveira (1996) além da existência de fatores limitantes à produção, há o decréscimo no valor nutritivo das forrageiras nativas na estação seca, com baixos teores de proteína bruta e redução da digestibilidade da forragem, resultando no aumento do teor de parede celular, além da presença de substâncias que influenciam negativamente na qualidade da forragem presentes em algumas espécies oriundas do estrato arbustivo e arbóreo.

ENSILAGEM E FENAÇÃO

O desafio do uso de todos os recursos da Caatinga de maneira sustentável existe. Não pode-se afirmar que é possível efetuar estudos e avaliações nesse bioma sem encontrar limitações, elas são reais devido à grande variação que ocorre ao longo do tempo e espaço na produção de biomassa, que é dependente das condições edafoclimáticas em que está inserido. Assim, várias alternativas de exploração têm sido propostas e utilizadas no contexto de cada situação. Dentre elas podem se destacadas:

- Uso de feno ou silagem das plantas de valor forrageiro;
- Enriquecimento da Caatinga com espécies nativas ou adaptadas;
- Manipulação da vegetação de maneira que aumente a disponibilidade de forragem;

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

- Bancos de proteína;
- Uso de sistemas integrados.

Figura 3 - Processo de fenação da maniçoba.



Fonte: https://cearaselvagem.com/plantas-da-caatinga.

A prática de conservação de forragens através da fenação ou ensilagem é bastante difundida em quase todas as regiões do mundo. No contexto de Caatinga as plantas de interesse forrageiro podem ser utilizadas como reservas de alimento no período de estiagem para os animais. Porém, boa parte dos pecuaristas não utiliza nenhuma técnica para amenizar a falta de alimentos durante a seca, tornando-se vulneráveis, quer seja por falta de informações ou falta de planos e projetos que os incentivem a estarem lançando mão de práticas de convivência com a seca (Maia e Gurgel, 2013).

As leguminosas arbóreas apresentam potencial que pode ser explorado para a fenação e ensilagem, pois apresentam teor protéico elevado e podem ser uma alternativa de alimento na forma conservada. O teor protéico é uma vantagem em relação às silagens/feno de gramíneas cultivadas, pois apresentam potencial para minimizar a deficiência desse nutriente para os rebanhos na época da seca (Silva *et al.*, 2015).

Silva *et al.* (2015) em estudo avaliaram a composição químico-bromatológica de silagens de Sabiá (*Mimosa caesalphiifolia* Benth.), Jucá (*Caesalpinia*

ferrea Mart. ex Tul), Jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret), Algaroba (*Prosopis juliflora* (*SW*) DC.), Leucena (*Leucaena leucocephala*) e Gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.), verificaram que as mesmas apresentaram resultados satisfatórios em relação ao valor nutritivo (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição química de silagens de Algaroba, Jurema preta, Sabiá, Jucá, Leucena e Gliricídia.

	Silagens					
Variáveis (%MS)	**Algaroba**	**Jurema preta**	**Sabiá**	**Jucá**	**Leucena**	**Gliricídia**
*MS	36,2^{c}	48,9^{a}	43,4^{b}	46,0^{ab}	31,2^{d}	23,0^{e}
MO	93,5^{c}	96,3^{a}	95,3^{b}	95,7^{a}	95,3^{b}	91,0^{d}
MM	6,4^{b}	3,6^{d}	4,6^{c}	5,9^{b}	4,6^{c}	8,9^{a}
PB	16,5^{c}	12,2^{d}	14,0^{d}	14,0^{d}	22,4^{a}	19,3^{b}
EE	2,8^{c}	4,0^{b}	4,5^{a}	4,2^{a}	4,2^{a}	4,5^{a}
FDN	47,8^{d}	58,5^{b}	64,0^{a}	54,5^{c}	46,2^{d}	40,3^{e}
FDA	32,3^{b}	35,7^{a}	35,5^{a}	29,8^{b}	24,3^{d}	27,7^{c}
LIG	9,0^{d}	18,9^{a}	19,8^{a}	12,5^{c}	14,8^{b}	3,7^{e}
pH	4,7^{c}	4,9^{b}	4,8^{b}	4,4^{d}	5,5^{a}	4,6^{c}
N-NH_3/NT	9,7^{b}	7,5^{c}	7,9^{c}	6,6^{d}	6,9^{d}	10,9^{a}
NDT	64,6^{b}	59,3^{d}	57,0^{e}	61,0^{c}	64,4^{b}	66,9^{a}

*MS= matéria seca; MO= matéria orgânica; MM= matéria mineral; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; LIG= lignina; N-NH_3/NT= nitrogênio amoniacal como proporção do nitrogênio total; NDT= nutrientes digestíveis totais. Médias seguidas de letras distintas na mesma linha são diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Silva *et al.* (2015).

Segundo os autores, de maneira geral as silagens foram consideradas de boa qualidade, com valores de pH e nitrogênio amoniacal dentro dos parâmetros considerados adequados para silagens, podendo ser incluídas na alimentação animal. Ressalva-se apenas para os valores elevados de lignina da jurema preta, sabiá, jucá e leucena, componente limitante na digestibilidade dessas forrageiras.

Para a fenação, a maniçoba (*Manihot glaziovii* Muell. Arg) apresenta potencial. É uma planta da família das Euforbiáceas, nativa da Caatinga. Devido à sua presença em quase todas as partes do bioma e aos seus teores proteicos elevados, a maniçoba pode ser utilizada tanto para fenação quanto para ensilagem. Atenção especial deve ser dada para essa planta devido aos teores de ácido cianídrico, substância perigosa e que pode ocasionar intoxicações

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

nos animais. No entanto, os dois processos são importantes para liberar essa substância e permitir que a planta não ofereça riscos aos rebanhos.

Gouveia *et al.* (2015) avaliaram o perfil metabólico de ovinos alimentados com feno ou silagem de maniçoba e palma forrageira em substituição ao feno de Tifton 85, observaram que houve maior consumo para o feno da maniçoba, resultado atribuído à sua melhor palatabilidade. A respeito da silagem, por ser um alimento fermentado, isso pode ter limitado o consumo dos mesmos. Os autores concluíram que tanto o feno como a silagem de maniçoba podem substituir em até 30% o feno de Tifton 85 sem provocar alterações negativas nos animais.

Os estudos relacionados à fenação de plantas da Caatinga ainda são escassos. Bakke *et al.* (2010), em pesquisa realizada com espécies arbustivo-arbóreas nativas da Caatinga passíveis de serem utilizadas na alimentação animal, asseveraram que ramos finos de Sabiá (*Mimosa caesalpiniifolia*), jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) e favela (*Cnidoscolus phyllacanthus*) podem contribuir de maneira significativa como parte do volumoso na dieta de pequenos ruminantes, podendo ser podadas e utilizadas para produção de feno. A seguir, na Tabela 2 estão apresentados os dados da composição química de fenos de plantas nativas da Caatinga.

Tabela 2 - Composição química de fenos de diferentes espécies nativas da Caatinga.

	% MS					
Espécie	***MS**	**PB**	**FDN**	**FDA**	**TAN**	**Autores**
Catingueira	87,9	11,2	45,4	37,0	6,3	Gonzaga Neto *et al.* (2001)
Jurema preta	91,2	14,3	44,5	29,5	21,9	Pereira Filho *et al.* (2007)
Mata-pasto	90,9	7,6	66,7	-	-	Barros *et al.* (1991)
Mororó	90,1	19,0	40,3	20,8	12,7	Beelen *et al.* (2006)
Sabiá	94,7	17,8	40,0	22,0	20,1	Beelen *et al.* (2006)

*MS= matéria seca; PB= proteína bruta; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; TAN= tanino.

Fonte: Adaptado de Pereira Filho *et al.* (2013).

Observou-se que a maioria das plantas apresentaram teores elevados de PB e baixos teores de fibra, o que é interessante do ponto de vista nutricional,

porém, atenção maior deve ser dada para os altos teores de taninos, já que estes podem restringir o consumo e causar baixo desempenho nos animais.

Palma Forrageira

A palma forrageira é uma cultura de grande importância, especialmente em regiões áridas e semiáridas, devido à sua resistência à seca e à sua capacidade de fornecer alimento e água para os animais.

A palma forrageira dos gêneros *Opuntia* (gigante, redonda e orelha de elefante) e *Nopalea* (miúda), também são alternativas para os rebanhos. Conhecida como ouro verde, apresenta adaptação às adversidades da região semiárida, principalmente durante os períodos de estiagem, sendo de extrema importância como fonte de alimento energético e água para os rebanhos na época seca (Almeida *et al.*, 2002).

Sua importância vai além de servir apenas como alimento para os animais, a palma forrageira também é fonte de alimento para humanos, tendo diversos usos, tanto na medicina, no ramo de cosméticos, na fabricação de aditivos naturais, sendo meio de geração de renda para a população das regiões áridas e semiáridas em diversas partes do planeta (Sáenz, 2000; Sáenz *et al.*, 2004).

A palma forrageira pode ser fornecida de diversas formas: i*n natura* picada no cocho, desidratada, em forma de farelo ou como silagem. Em países africanos como o Marrocos, a silagem de palma é bastante difundida pelos criadores locais que são habituados a associar a silagem da palma com restos de culturas como milho, sorgo e gramíneas forrageiras (Adous, 2016). A Tabela 3 apresenta os dados sobre a composição química da palma avaliada em diferentes épocas e por vários autores.

Tabela 3 - Composição química da palma forrageira (%MS).

*MS	PB	FDN	FDA	CT	CNF	MM	Autores
13,4	4,9	32,0	19,3	83,8	50,0	-	Neves *et al.* (2010)
9,3	4,9	32,8	24,1	80,8	48,0	-	Bispo *et al.* (2007)
7,83	4,8	29,0	25,7	77,8	50,3	16,3	Tosto *et al.* (2008)
12,6	4,4	26,1	20,0	87,9	61,7	6,5	Andrade *et al.* (2015)

*MS= matéria seca; MM= matéria mineral; PB= proteína bruta; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; CT= carboidratos totais; CNF= carboidratos não fibrosos.

Fonte: Adaptado de Nogueira *et al.* (2016).

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

A composição química da palma forrageira varia, mas geralmente apresenta baixo teor de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente ácido (FDA), e alto teor de água, especialmente quando fresca. Também é rica em minerais como cálcio e potássio, e em nutrientes digestíveis totais (NDT) que são essenciais para os animais, principalmente em contexto de regiões secas.

Segundo Nogueira *et al.* (2016) mesmo que a palma apresente baixo teor de MS e elevado teor de açúcares tendenciando à fermentação alcoólica, a presença dos ácidos orgânicos, oxálico, málico, cítrico, málico, succínico e tartárico presentes nos cladódios, agem como tamponantes, podendo controlar a presença e atividade de leveduras, conduzindo à fermentação lática, reduzindo assim as perdas durante a ensilagem.

Em trabalho realizado por esses autores com silagem de palma adicionada com farelo de trigo enriquecido com ureia, os autores encontraram valores de 19,35% e 18,81% de MS sem e com a adição de 1% de uréia. Os valores de pH da silagem foram próximos aos recomendados na literatura 3,74 a 3,86, com valores de ácido lático próximos aos observados em silagens de milho, entre 3,8 e 4,2.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a convivência com o Semiárido apresente os seus desafios, o potencial de exploração forrageira da Caatinga, é imenso. Sua vegetação diversificada, oferece recursos ricos em nutrientes que podem auxiliar na manutenção nutricional dos rebanhos em períodos mais críticos. A ensilagem e a fenação são ferramentas valiosas para a pecuária no Semiárido, contribuindo para a segurança alimentar dos animais, a sustentabilidade da produção e a resiliência dos sistemas produtivos frente às adversidades climáticas.

REFERÊNCIAS

ADOUS, F.E. Dissemination of feed based on cactus silage by breader of Rhamna region. Disponível em: <https://www.feedingknowledge.net>. Acesso em: 08/08/2025.

ALMEIDA, G.A.P. *et al.* Digestibilidade e absorção aparentes em vacas da raça holandesa alimentadas com palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) moench). **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.31 n.5, 2002.

ANDRADE, A.P. Palma (*Opuntia ficus indica* mill) cv. gigante em suplementos para fêmeas leiteiras em crescimento a pasto. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 2, p.161-171, 2015.

ARAÚJO FILHO, J.A. *et al.* **Avaliação de pastagens nativas.** *In*: J.P. PUIGNAN (Ed.). Utilización y manejo de pastizales. Montividео, IICA, p.61-70, 1994.

ARAÚJO FILHO, J.A. **Manipulação da vegetação lenhosa da caatinga para fins pastoris**. Sobral: EMBRAPA-CNPC, 1995. 18p. (EMBRAPA-CNPC. Circular Técnica, 11).

ARAÚJO FILHO, J.A.; CARVALHO, F.C. Desenvolvimento sustentado da Caatinga. Sobral, CE: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -EMBRAPA-CNPC. **Circular Técnica, 13**. 19p., 1997.

ARAÚJO FILHO, J.A. Caatinga: Agroecologia *versus* desertificação. **Ciência Hoje**, v.30, n. 180, p.44-45, 2002.

ARAÚJO FILHO, J.A. *et al.* Fenología y valor nutritivo de follajes de algunas espécies forrajeras de la caatinga. **Agroforestería en las Américas,** v.9, n.33-34, p. 33-37, 2002.

ARAÚJO, S. M. S. A Região Semiárida do Nordeste do Brasil: Questões Ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. **Rios Eletrônica- Revista Científica da FASETE,** v.5, n.5, 10 p, 2011.

ARAÚJO FILHO, J.A. de. **Manejo pastoril sustentável da caatinga.** Recife, PE: Projeto Dom Helder Camara, 200p, 2013.

BARROS, N.N. *et al.* Estudo comparativo da digestibilidade de leguminosa nativa com caprinos e ovinos do "Sertão" cearense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.8, p.1215-1218, 1991.

BAKKE, O.A; PEREIRA FILHO, J.M.; BAKKE, I.A.; CODÃO, M.A. Produção e utilização da forragem de espécies lenhosas da caatinga. *In*: GARIGLIO, M.A.; SAMPAIO, E.V. B.;CESTARO, L.A.; KAGEYAMA, P.Y. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, p.160-179, 2010.

BEELEN, P.M.G. *et al.* Influence of condensed tannins from Brazilian semiarid legumes on ruminal degradability, microbial colonization and enzymatic activity. **Small Ruminant Research**, v.61, p.35-44, 2006.

BISPO, S.V. *et al.* Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.36, n.6, 2007.

DRUMOND, M.A. *et al.* **Estratégias para o Uso Sustentável da Biodiversidade da Caatinga**-Documento para discussão no GT Estratégias para o Uso Sustentável, Petrolina, 23p, 2000.

GONZAGA NETO, S. *et al.* Composição química, consumo e digestibilidade in vivo de dietas com diferentes níveis de feno de catingueira (*Caesalpinea bracteosa*), fornecidas para ovinos Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.553-562, 2001.

GOUVEIA, N.F.L. *et al.* Perfil metabólico de ovinos em crescimento alimentados com dietas constituídas de feno ou silagem de maniçoba e palma forrageira. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, n. 35, p.5-9, 2015.

LEITE, E. R. *et al.* Forage resources in Nostheast Brazil: their value and management. *In*: SHELTON, M.; FIGUEIREDO, E. A. P. (Ed.). Hair sheep production in tropical and sub-tropical regions: with reference to Northeast Brazil and the countries of Caribbean, Central America, and South America. Davis Embrapa-CNPC: University of California: **Small Ruminant Collaborative Research, Support Program,** p. 59-78, 1990.

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

MACIEL, M. V. **Monitoramento nutricional da dieta de pequenos ruminantes utilizando espectroscopia da reflectância do infravermelho próximo (NIRS) no sertão de Pernambuco.** Tese de doutorado, p.47-48, Recife - PE 2016.

MAIA, A.L.; GURGEL, T.C.N.P. Um olhar sobre a utilização de plantas forrageiras da caatinga como estratégia de convivência com a seca no Alto-Oeste Potiguar. **GEO Temas,** v 3, n.1, p. 31-43, 2013.

MELO, M.S. **Florística, fitossociologia e dinâmica de duas florestas secundárias antigas com histórias de usos diferentes no Nordeste do Pará-Brasil**. 2004, 116f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. Piracicaba.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE-MMA. **Caatinga, exclusivamente Brasileira,** Agenda Caatinga, 84p, 2011.

NEVES, A.L.A. *et al.* Plantio e uso da palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros no semiárido brasileiro. **Comunicado Técnico, n.62,** 7p. 2010.

NOGUEIRA, M.S. *et al.* **Ensilagem de palma forrageira**, capítulo 8. *In*: SANTOS, E.N.; PARENTE, H.N.; OLIVEIRA, J.S.; PARENTE, M.O.M. Ensilagem de plantas forrageiras para o semiárido. EDUFMA, 2016.

OLIVEIRA, E.R. Alternativas de alimentação para a pecuária do semiárido nordestino. *In*: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 6, 1996, Natal, **Anais...,** Natal: SNPA, 1996, p. 127-147.

PARENTE, H.N.; MAIA, M.O. Impacto do pastejo sobre a compactação dos solos com ênfase no Semiárido. **Revista Trópica- Ciências Agrárias e Biológicas,** v.5, n.3, p.3, 2011.

PEREIRA FILHO, J.M. *et al.* Disponibilidade de fitomassa do estrato herbáceo de uma Caatinga raleada submetida ao pastejo alternado ovino-caprino. **Livestock Research for Rural Development**. v.19, n.2, 2007.

PEREIRA FILHO, J.M. *et al.* Manejo da Caatinga para produção de caprinos e ovinos. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.14, n.1, p.77-90, 2013.

SÁENZ, C. Processing technologies: an alternative for cactus pear (*Opuntia spp.*) fruits and cladodes. **Journal of Arid Environments**, Amsterdan, v. 46, n. 3, p. 209-225, 2000.

SÁENZ, C. *et al. Opuntia spp* mucilage´s: a functional component with industrial perspectives. **Journal of Arid Environments**, Amsterdan, v. 57, n. 3, p. 275-290, 2004.

SAMPAIO, E.V.S.B. Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga: **Caracterização do bioma Caatinga**, p.29-48, 2010.

SILVA, M.D.A. *et al.* Evaluation of the chemical composition of woody forage silages of the Brazilian semiarid. **Semina: Ciências Agrárias**,v. 36, n.1, p.571-578, 2015.

SILVA, D. L. S. *et al.* Chemical composition of caatinga potential forages species. **Tropical and Subtropical Agroecosystems,** n.18, p.267 -272, 2015.

SOUZA, C. *et al.* Disponibilidade e valor nutritivo da vegetação de caatinga no semiárido Norte-Riograndense do Brasil. **Holos,** v.29, n.3, 2013.

TOSTO, M.S.L. *et al.* Utilização de uréia no resíduo desidratado de vitivinícola associado à palma forrageira na alimentação de caprinos: consumo e digestibilidade de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1890-1896, 2008.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B.A. Symposium: Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, [S.l.]. v.74, p. 3583, 1994.

13

CASA FAMILIAR RURAL DE TIMON-MA: PROPAGAÇÃO DA PALMA FORRAGEIRA PARA PRODUÇÃO DE MUDAS EM ESCOLA TÉCNICA

Shirlenne Ferreira Silva
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Antonia Francisca Lima Cardoso
Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA)

Francisco Helio Alves de Andrade
Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA)

Samuel Cunha da Silva
Casa Familiar Rural de Timon-MA (CFR)

Bruna Márcia Pereira da Silva
Casa Familiar Rural de Timon-MA (CFR)

Daniel Santos Pereira
Casa Familiar Rural de Timon-MA (CFR)

Nicole Vitória Rodrigues
Casa Familiar Rural de Timon-MA (CFR)

Yasmin Soares de Macedo
Casa Familiar Rural de Timon-MA (CFR)

Joana Darc Pereira Brandão
Casa Familiar Rural de Timon-MA (CFR)

Joyce Tainara Gomes de Araújo
Casa Familiar Rural de Timon-MA (CFR)

doi 10.37885/250819961

RESUMO

A Educação do Campo é compreendida como uma modalidade educativa em constante construção, cujo desenvolvimento está intrinsecamente ligado às condições históricas, sociais e culturais das populações rurais. Permitir que os alunos tenham vivências e experiências que integrem educação e práticas de campo no contexto da produção vegetal/animal, pode potencializar os resultados educacionais, promovendo maior conexão dos alunos com o meio ambiente e incentivando ações mais responsáveis e sustentáveis. Nesse contexto, destaca-se a utilização da palma forrageira como alimento estratégico para animais ruminantes, principalmente em regiões secas. A propagação da palma é frequentemente feita por meio do plantio do cladódio inteiro ou de metade do mesmo, mediante um corte longitudinal. Uma alternativa viável, seria a técnica de fragmentação dos cladódios, que consiste no plantio de fragmentos obtidos do corte deles. Essa técnica é simples e acessível aos produtores, permitindo a rápida implantação de palmais de multiplicação de mudas, a partir de pequena quantidade de cladódios. Os alunos uma vez habilitados e capacitados em tal prática, e outras que aprenderão ao longo do curso, poderão auxiliar seus próprios familiares no plantio e manejo de culturas forrageiras. A realização de práticas da disciplina de Forragicultura não cumpre apenas o objetivo de habilitar os alunos em ações e manejo de campo, mas em formar profissionais responsáveis, autônomos e protagonistas de suas próprias vidas.

Palavras-chave: Aula prática; educação no campo; forragicultura; *Opuntia stricta* (Haw.) Haw.; regiões secas.

INTRODUÇÃO

A Educação do Campo é compreendida como uma modalidade educativa em constante construção, cujo desenvolvimento está intrinsecamente ligado às condições históricas, sociais e culturais das populações rurais. Mais do que um conjunto de práticas ou políticas educativas, ela apresenta-se como uma categoria de análise capaz de interpretar a realidade educacional dessas comunidades, considerando as dinâmicas locais e as especificidades de seus sujeitos (Jesus e Bianchi, 2024).

Permitir que os alunos tenham vivências e experiências práticas que integrem educação e ações de campo no contexto da produção vegetal/animal, pode potencializar os resultados educacionais, promovendo maior conexão dos alunos com o meio ambiente e incentivando práticas mais responsáveis e sustentáveis. Além disso, os farão também refletir sobre os desafios diários do produtor rural, na tentativa de encontrar alternativas para plantio e manejo de plantas forrageiras para alimentação dos animais produzidos.

Práticas de campo no contexto de escolas na modalidade Casa Familiar Rural, são importantes porque as aulas desenvolvidas junto aos alunos, fundamentam-se não apenas em ações, manejos e práticas já realizadas pelos seus pais, avós, tios e parentes, mas valoriza também os conhecimentos, habilidades, sentimentos, valores, modo de ser, de ver, de viver, de produzir e formas de compartilhar a vida das comunidades onde eles estão inseridos.

Nesse contexto, destaca-se a utilização da palma forrageira como alimento estratégico para animais ruminantes, principalmente em regiões secas. Originária do México, essa cactácea foi introduzida no Brasil no final do século XVIII, mas somente no século XX começou a ser utilizada como planta forrageira. É uma cultura de grande expressão na região Nordeste, especialmente no Semiárido brasileiro, onde a área plantada é extensa (Voltoloni *et al.,* 2023).

Os gêneros *Opuntia* e *Nopalea* são os mais importantes, pois são utilizados principalmente como forragem para alimentação de animais ruminantes, sendo importante recurso forrageiro para a produção animal, em virtude do seu elevado potencial de produção de biomassa e composição química. Sua utilização na alimentação animal pode representar redução de custos, tendo em vista que o seu cultivo é mais acessível quando comparado com outras forrageiras. Isso

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

é importante, principalmente quando considera-se o percentual de gastos da alimentação animal na cadeia produtiva (Lima, 2023).

Atualmente, são desenvolvidos muitos estudos com a palma forrageira, desde sua digestibilidade e características nutricionais, até seu manejo e aspectos relacionados à resistência à doenças. Técnicas como cultivo adensado, consórcio de culturas, aproveitamento de águas, cinzas para a suplementação hídrica, entre outros, são estudadas com o objetivo de aprimorar o sistema de cultivo da palma e, por consequência, fortalecer a produção animal no Brasil, em especial no Nordeste (Voltoloni *et al.,* 2023).

Nesse sentido, sua forma de cultivo tornou-se objeto de estudo como advento da incorporação de novas estratégias de plantio e de sua utilização. A área plantada com palma forrageira ultrapassa 600 mil hectares no Nordeste, fazendo do Brasil um dos países com maior área cultivada do mundo (MAPA, 2022). Contudo, a propagação da palma é frequentemente feita por meio do plantio do cladódio inteiro ou de metade dele mediante um corte longitudinal. Por tratar-se de uma planta de crescimento lento, a disponibilidade de mudas ocorre dois anos após o plantio. Isso representa uma dificuldade à aquisição de propágulos vegetativos, tanto pela demora do seu desenvolvimento, como pela quantidade excessiva de material necessário à propagação (Barros, 2019).

Esse cenário e a exigência de elevar o número de plantas por hectare de palma, e a demanda de encontrar reservas estratégicas de alimentos nos períodos mais críticos do ano, tem impulsionado o aumento de tecnologias com a finalidade de melhorar a eficiência de produção de mudas, como a propagação da palma forrageira pela fragmentação do cladódio. Esse tipo de estratégia, permite ao produtor elevar as áreas dos palmais com pequenas quantidades de cladódios, uma vez que, essa metodologia é pouco dispendiosa e pode reduzir os custos de implantação das lavouras quando comparada à utilização da propagação convencional. A vantagem principal dessa tecnologia é a obtenção de maior número de mudas por área de cultivo, além de ser uma área permanente para a produção de mudas (Barros, 2019).

Em experimentos de campo, a eficiência do processo é de 85% e podem ser obtidas pelo menos dez mudas, em média, para cada cladódio disponível (Cavalcante *et al.,* 2017). A palma forrageira apresenta grande potencial de produção de biomassa, logo, nota-se que é de grande importância verificar

quais alterações a técnica do fracionamento dos cladódios pode ocasionar no plantio dela. Portanto, o presente relato de experiência tem como objetivo avaliar a viabilidade da propagação de palma forrageira Orelha de Elefante mexicana (*Opuntia stricta* (Haw.) Haw.) pela técnica do fragmento do cladódio para a produção de mudas.

DETALHAMENTO DA EXPERIÊNCIA

A prática de campo ocorreu na Casa Familiar Rural-CFR, localizada no povoado Tamanduá, Zona Rural de Timon-MA, com alunos do primeiro ano do Curso de Ensino Técnico de Nível Médio Integrado à Educação Profissional, com Habilitação em Agropecuária. Para a confecção das mudas, foram obtidos cladódios de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* (Haw.) Haw.), oriundos de uma palmal, cedidos pelo Grupo GEFORPI pertencente à Universidade Federal do Piauí-UFPI (Figura 1).

Figura 1 - Palmal de onde foram cedidos os cladódios.



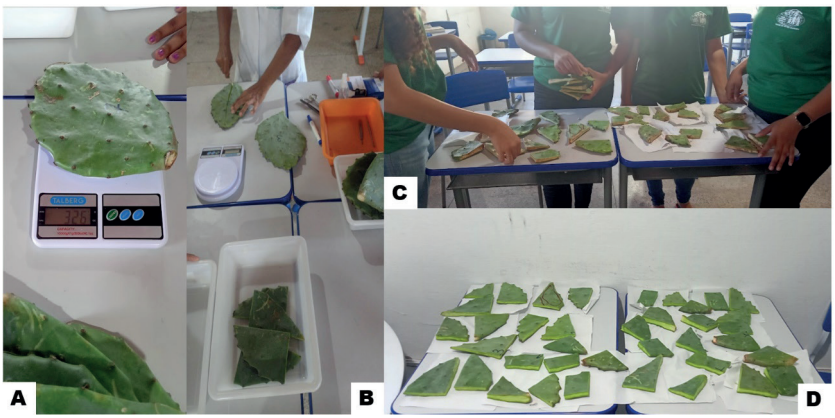
Fonte: (Shirlenne Ferreira, 2025).

A princípio, em sala de aula, houve a explicação teórica a respeito da origem, importância e utilização da palma forrageira no mundo e Brasil. Os alunos puderam aprender a respeito das diferentes estruturas que compõem um cladódio e suas funções. A partir disso, os estudantes foram orientados sobre a escolha e corte dos cladódios. Os cladódios utilizados foram selecionados utilizando critérios de sanidade, ou seja, livres de pragas e doenças, com material

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

de aproximadamente dois anos de idade. Para a utilização da técnica de fragmentação, os cladódios foram pesados e cortados em diferentes formas e em vários fragmentos com estilete limpo, desinfetado, com o objetivo de obter-se diferentes números de mudas por cladódio (Figura 2).

Figura 2 - Pesagem dos cladódios (A); Corte dos cladódios em vários fragmentos (B); Separação dos fragmentos para as mudas (C); Cladódios selecionados (D).



Fonte: (os autores, 2025).

Posteriormente, armazenou-se os mesmos em local arejado e coberto durante 15 dias, para a cicatrização dos cortes e redução do teor de umidade. Após a cicatrização deles, houve o preparo do substrato para o plantio das mudas. Passado o período de cicatrização, os fragmentos foram plantados em sacos plásticos próprios para mudas, preenchidos com substrato composto de esterco bovino curtido, areia lavada, e terra da área experimental da escola. Todos eles foram misturados de forma que preenchessem 90% dos sacos e acomodassem o fragmento de cladódio (Figura 3).

Os alunos foram instruídos para que 50% da estrutura do fragmento fosse enterrada, de forma que permitisse que a metade das gemas ficassem em contato com o solo. Essa escolha foi esclarecida aos discentes, uma vez que, esse método favorece os fragmentos de cladódios a emitirem o sistema radicular na parte que foi enterrada, e a outra metade que ficou fora do substrato, esteja livre para a emissão de brotações (Figura 4).

As mudas foram acondicionadas em local com meia sombra, a campo, próximas de uma frondosa árvore e, somente após dias, iniciou-se o manejo

de irrigação, para que as lesões que, possivelmente, foram feitas na hora do plantio, cicatrizassem, evitando, assim, o apodrecimento do fragmento. A orientação para evitar a rega em excesso, também foi dada, já que poderia levar ao apodrecimento e morte dos fragmentos, pois, o excesso de água na rega, impede que a planta receba oxigênio, causando asfixia e podridão. Os alunos ficaram responsáveis pela rega e monitoramento, para observar as brotações e posteriores práticas de manejo necessárias para a manutenção das mudas.

Figura 3 - Esterco bovino curtido (A); Mistura da terra com areia lavada (B); Mistura do esterco, terra e areia em balde, para colocar no saco das mudas (C); Saco plástico com o substrato pronto para o plantio das mudas (D).



Fonte: (Os autores, 2025).

Figura 4 - Fragmento de cladódio sendo posto no saco pelos alunos (A); Destaque de 50% da estrutura enterrada (B); Mudas prontas (C).



Fonte: (Os autores, 2025).

Além da rega e controle de possíveis pragas, a cada 15 dias, os alunos também ficaram responsáveis por observarem o surgimento de brotos e fazerem anotações pertinentes para posteriores discussões. O objetivo após as mudas estarem prontas para o transplantio, é a formação do palmal da escola para a realização de aulas práticas, confecção de silagens e promoção de dias de campo para produtores da comunidade local e região.

DISCUSSÃO

O modelo pedagógico: Pedagogia da Alternância, conforme explica Frossard (2018), foi utilizado pela primeira vez na França na década de 1930. É o método utilizado nas Escolas Família Agrícola (EFAs) que se originaram da Maisons Familiales Rurales da França. Tal expressão significa Casas Familiares Rurais na Língua Portuguesa. Este modelo é caracterizado por uma metodologia de organização do ensino escolar que conjuga diferentes experiências formativas distribuídas ao longo de tempos e em espaços distintos, tendo como finalidade a formação profissional do jovem.

Como o próprio nome sugere, a alternância se dá, sobretudo, entre os espaços e o tempo em que se destina a cada espaço: um tempo na escola, outro em casa, mas, em todos eles, há processos contínuos de aprendizagem. Cabe a cada docente elaborar planos de ensino que estimule os alunos a desenvolverem habilidades não só em sala de aula, mas também no campo, que é o que caracteriza esse relato de experiência. Os alunos envolvidos na prática de campo citada, fazem parte do primeiro ano do curso Técnico em Agropecuária e como parte das exigências da matriz curricular, estavam cursando a disciplina de Forragicultura.

Ressalta-se que a oferta da disciplina buscou não somente proporcionar uma educação contextualizada e significativa, mas que estivesse em sintonia com as demandas e necessidades da comunidade local. Por isso, a matriz curricular de cada curso ofertado deve ser formulada de forma flexível, adaptável e diversificada, de maneira que aborde não apenas os conteúdos acadêmicos tradicionais, mas também atividades práticas, projetos de pesquisa, vivências no campo e interações com a comunidade.

Devido à importância já citada da palma forrageira e intencionando fazer da área experimental da escola CFR de Timon-MA, uma vitrine tecnológica para demonstração de diversos cultivos forrageiros, optou-se pela realização das aulas práticas para a formação de várias mudas de palma forrageira pelo método de fragmentação dos cladódios. Outro aspecto relevante dessa prática ao longo do bimestre, foi deixar claro para os alunos, a sua relação com a agricultura familiar e a sustentabilidade ambiental. O uso de plantas forrageiras adaptadas às condições locais e com potencial de exploração, permitiu que os estudantes compreendessem e valorizassem os sistemas integrados, a preservação dos recursos naturais e a promoção do desenvolvimento rural sustentável, contribuindo assim para a construção de modelos produtivos no campo, mais justos e ambientalmente responsáveis.

Como foi demonstrado e realizado pelos alunos, a propagação da palma forrageira pela técnica de fragmentação de cladódios, consiste no plantio de fragmentos obtidos do corte dos mesmos. Ficou claro para os discentes, que essa é uma técnica simples e acessível aos produtores, permitindo a rápida implantação de palmais de multiplicação de mudas a partir de pequena quantidade de cladódios.

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

Eles aprenderam ao longo da disciplina que para a implantação de uma área de palma em sistema adensado, precisa-se em torno de 40 a 80 mil cladódios, uma quantidade relativamente alta, o que já é motivo para buscar outros meios de propagação da palma, sendo o de fragmentação, uma alternativa viável, pois, é uma técnica de produção de mudas de baixo custo, uma vez que, requer quantidade de cladódios menor, quando comparada aos métodos de propagação convencionais (Neves *et al.,* 2010). Além disso, essa técnica pode substituir, em parte, a micropropagação da palma forrageira, que até então, era a única forma disponível para a rápida multiplicação de material genético (Lima *et al.,* 2021).

Contudo, os estudantes também foram orientados que embora a propagação por fragmentos seja uma técnica simples, deve ser realizada tomando alguns cuidados, pois os ferimentos causados nesse material, no ato da fragmentação, podem servir como porta de entrada para microrganismos oportunistas causadores de doenças na palma forrageira (Araujo *et al.,* 2019). Dessa forma, os alunos uma vez habilitados e capacitados em tal prática e outras que aprenderão ao longo do curso, poderão auxiliar seus próprios familiares no plantio e manejo de culturas forrageiras. Nessa perspectiva, o envolvimento dos alunos com os familiares e responsáveis na disseminação das práticas aprendidas, é uma rica oportunidade de compartilhamento de vivências, de compreensão sobre limitações e dificuldades de cada geração.

Ficou claro também, que designar funções a cada um dos alunos e deixá-los responsáveis pelas suas mudas, é uma estratégia eficaz para estimular o compromisso, a responsabilidade e o senso de autonomia (Figura 5). Pois, ao assumirem a responsabilidade por suas tarefas, os alunos também aprenderam a gerenciar seu tempo, priorizar atividades e cumprir prazos, habilidades estas essenciais para a vida. Dessa maneira, a realização de práticas da disciplina de Forragicultura não alcança apenas o objetivo de habilitar os alunos em práticas e manejo de campo, mas em formar profissionais responsáveis, autônomos e protagonistas de suas próprias vidas.

Até o momento, 21 das 24 mudas preparadas pelos alunos, já apresentaram brotações, isso após 40 dias de preparo delas. Com os cuidados básicos de vistoria e monitoramento dos alunos, é possível afirmar a viabilidade dessa técnica, uma vez que nenhuma muda apodreceu ou apresentou doenças que

as tornassem inadequadas para o transplantio. O trabalho ainda não foi concluído, as próximas etapas serão avaliar o número de brotações e aguardar o tempo recomendado para o transplantio na área experimental para a formação do futuro palmal da escola.

Figura 5 - Alunos do primeiro ano da Casa Familiar Rural de Timon-MA, Povoado Tamanduá, responsáveis pela sua muda de palma forrageira.



Fonte: (Os autores, 2025).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aprendizado prático dos estudantes no contexto da formação das mudas de palma forrageira, favoreceu a integração de habilidades de manejo da cultura com a sustentabilidade e a sensibilização ambiental. Permitir que os alunos tenham tais experiências, amplia ainda mais os horizontes educacionais, pois promove maior conexão deles com suas raízes e familiares, com o meio ambiente e estimula práticas sustentáveis. Por meio de aulas de campo que envolvam a interação direta de preparo, plantio e manejo de culturas, os estudantes não apenas adquirem conhecimentos teóricos, mas também desenvolvem habilidades

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

práticas, senso de compromisso com o meio ambiente e compreensão mais profunda de suas responsabilidades como futuros profissionais das agrárias.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. S. *et al.* **Palma forrageira: plantio e manejo**. INSA - Instituto Nacional do Semiárido, Campina Grande-PB, 46p. 2019.

BARROS, T. M. **Propagação de palma forrageira pelo método da fragmentação do cladódio para produção de mudas.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 70 p. 2019.

CAVALCANTE, J. M. M. *et al.* Desenvolvimento inicial de brotações com uso de 1/2 e 1/6 do cladódio na propagação da palma forrageira *Nopalea cochenillifera* var. miúda. **Revista Pubvet**, 11: 819-824, 2017.

FROSSARD, A. C. **Conhecendo a Pedagogia da Alternância: contextualização, questões teóricas e práticas.** Nova Friburgo: Editora Frossard, 2018.

JESUS, J. T. M.; BIANCHI, R. C. Relato de experiência em uma escola de Educação do Campo: integrando educação e sustentabilidade. **Conexos: Revista de Estudos Interdisciplinares**. Instituto Federal do Paraná, Campus Palmas, v. 1, n. 1. jul.-dez. p. 77-96, 2024.

LIMA, A. G. *et al.* Desenvolvimento inicial de plântulas de palma forrageira oriundas da técnica de fracionamento de cladódio. **Sociedade de Ciências Agrárias de Portugal**, p. 51-57, 8 jan. 2021.

LIMA, M. A. C. **Introdução e importância econômica da Palma forrageira.** Sistema de Produção de Palma-Forrageira para o Estado da Paraíba. Disponível em: Sistema-de-Producao-de-Palma-Forrageira-para-o-Estado-da-Paraiba.pdf. Acesso em: 12 de agosto de 2025.

MAPA- Ministério da Agricultura e Pecuária. **Divulgado zoneamento agrícola da palma forrageira para Nordeste, MG e ES. Disponível em: Divulgado zoneamento agrícola da palma forrageira para Nordeste, MG e ES — Ministério da Agricultura e Pecuária.** Acesso em: 12 de ago. 2025.

NEVES, A. L. A. *et al.* **Plantio e uso da palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros no semiárido brasileiro**. *In*: Leite, G. d. (ed.). EMBRAPA, Juiz de Fora, 2010.

VOLTOLINI, T. V. Introdução e importância econômica da Palma forrageira. Sistema de Produção de Palma-Forrageira para o Estado da Paraíba. **Sistemas de Produção Embrapa**, 70 p. 2023. Disponível em: Sistema-de-Producao-de-Palma-Forrageira-para-o-Estado-da-Paraiba.pdf. Acesso em: 12 de agosto de 2025.

14

ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO DE MELÃO AMARELO DA EMPRESA AGRÍCOLA JARDIM

Luiz Lopez Martin Neto
Escola Agrotécnica do Cajueiro (CCHA)

Maria Lúcia Maurício da Silva
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Jordan Linhares Dias
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Rayane Nunes Gomes
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Viviane Silva Martins
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Gabriel Sidharta dos Santos Rêgo
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Karla Danieli de Souza Vieira Messias
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Francisco Hélio Alves de Andrade
Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA)

Paulo Cássio Alves Linhares
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

doi 10.37885/250819974

RESUMO

O estágio supervisionado que compõe a matriz curricular dos Cursos Técnicos em Agropecuária é obrigatório e de extrema relevância para o aprendizado prático do estudante concluinte. O presente trabalho descreve as atividades referentes à produção de melão amarelo goldex, desenvolvidas durante o estágio supervisionado realizado na Empresa Agrícola Jardim Produção e Comercialização de Frutas, localizada no Sítio Jardim, Pau Branco, Mossoró – RN. O objetivo com esse estágio foi executar atividades diárias junto a "equipe de frente" da empresa, acompanhando tanto as atividades de campo (preparo do solo, adubação, irrigação, controle de pragas e doenças, colheita e transporte), quanto a produção na *packing house* da empresa. As atividades executadas permitiram colocar em prática os conhecimentos teóricos adquiridos em sala de aula durante o curso contribuindo para a formação profissional do futuro técnico em Agropecuária.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L.; *Mulching;* tratos culturais; técnico em agropecuária.

INTRODUÇÃO

O curso técnico em agropecuária proporciona aprendizados do tipo teórico e prático, com disciplinas voltadas ao agronegócio. Assim, o formando torna-se um profissional apto a desenvolver atividades práticas, de acordo com os conhecimentos adquiridos em sala de aula. Além disso, é obrigatório realizar um estágio curricular, em alguma atividade da agropecuária, para aprimorar o conhecimento e colocar em prática o seu aprendizado teórico (LINHARES *et al.*, 2014; SOUZA; GOMES; GAZZOLA, 2022).

Neste contexto, é essencial escolher uma atividade do agronegócio que evidencie e traga mais conhecimentos nessa formação profissional. Uma atividade bem característica e de grande importância socioeconômica para a região do Nordeste brasileiro, é a produção de melão (TERCEIRO NETO *et al.*, 2013), pois gera emprego e renda nos mais variados setores de sua produção, girando a economia local (BASTOS, 2019; SANTOS *et al.*, 2021).

A produção do meloeiro nessa região é um negócio rentável devido às características da planta, que é adaptada às condições edafoclimáticas da região (ARAÚJO NETO *et al.*, 2003; QUEIROGA *et al.*, 2007). Dessa forma, condições de temperatura, umidade relativa do ar e radiação fotossinteticamente ativa, são fatores primordiais ao crescimento, desenvolvimento e produtividade da cultura, assim como a irrigação e a nutrição mineral, nas quais, sendo de adequado manejo atendem as exigências da cultura, alcançando a produtividade estimada (QUEIROGA *et al.*, 2007; LIMA *et al.*, 2021).

No manejo da cultura, além do preparo do solo e adubação, uma prática fundamental para garantir a qualidade do melão é a produção de mudas em bandejas, o que resulta numa densidade de plantas ideal e na economia na aquisição das sementes. Além disso, o uso do *mulching* é fundamental, pois diminui a incidência de plantas daninhas e a perda de água do solo por evaporação, refletindo na redução dos custos de produção (MIRANDA *et al.*, 2003; LIMA *et al.*, 2021).

Contudo, a produção no semiárido brasileiro, torna-se um desafio, sendo necessário adotar práticas culturais que viabilizem a atividade agrícola (TERCEIRO NETO *et al.*, 2013; BARBOSA *et al.*, 2020). Com o avanço da tecnologia, o melhoramento de sementes e a produção de produtos apropriados para as

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

condições encontradas na região, a empresa produtora encara como um excelente desafio mostrando que é possível produzir numa região que é vista como inapropriada à produção agrícola (QUEIROGA *et al.*, 2008; SANTOS *et al.*, 2021).

Portanto, conhecer e exercer essa atividade de produção agrícola é fundamental para a formação do técnico em agropecuária, principalmente aquele residente na região semiárida. Para isso, o estágio curricular obrigatório foi realizado na Agrícola Jardim Produção e Comercialização de Frutas - EIRELI, acompanhando todo o manejo e produção da cultura do melão.

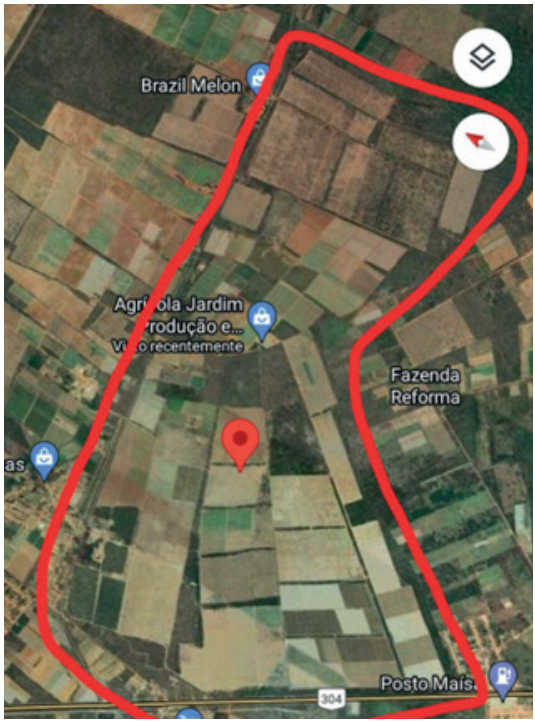
O objetivo com esse estágio foi executar atividades diárias junto a "equipe de frente" da empresa Agrícola Jardim, acompanhando as atividades de campo, bem como a produção na *packing house* (casa de embalagem), indústria de embalagem de frutas da empresa.

DETALHAMENTO DA EXPERIÊNCIA

Local de realização do estágio

O estágio supervisionado foi realizado no período de 05 de julho a 26 de agosto de 2022, na empresa Agrícola Jardim Produção e Comercialização de Frutas - EIRELI, localizada no Sítio Jardim, localidade Pau Branco, Mossoró, RN (Figura 1). O orientador de campo foi o gerente de produção da empresa, Francisco Paulo Filho e o diretor da empresa Dr. João Manoel Lopez Lima.

Figura 1 - Localização de satélite da empresa Agrícola Jardim Produção e Comercialização de Frutas - EIRELI, Mossoró, RN.



Fonte: *Google Maps* (2022).

O estágio foi o acompanhamento das atividades realizadas em cada etapa de produção da cultura do melão, como: preparo de solo, montagem de área com fitas de gotejo e *mulching*, semeadura para produção e transplantio de mudas de melão amarelo goldex, irrigação, pulverizações, tratos culturais, colheita, embalagem e comercialização.

Todo o processo de plantio da área em acompanhamento está sob sistema de irrigação, dispõe de adubação, controle de pragas e doenças, buscando-se cada vez mais o aprimoramento das práticas de produção visando a obtenção de um produto de melhor qualidade na mesa do consumidor, prezando pelo respeito ao meio ambiente através da preservação da natureza.

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

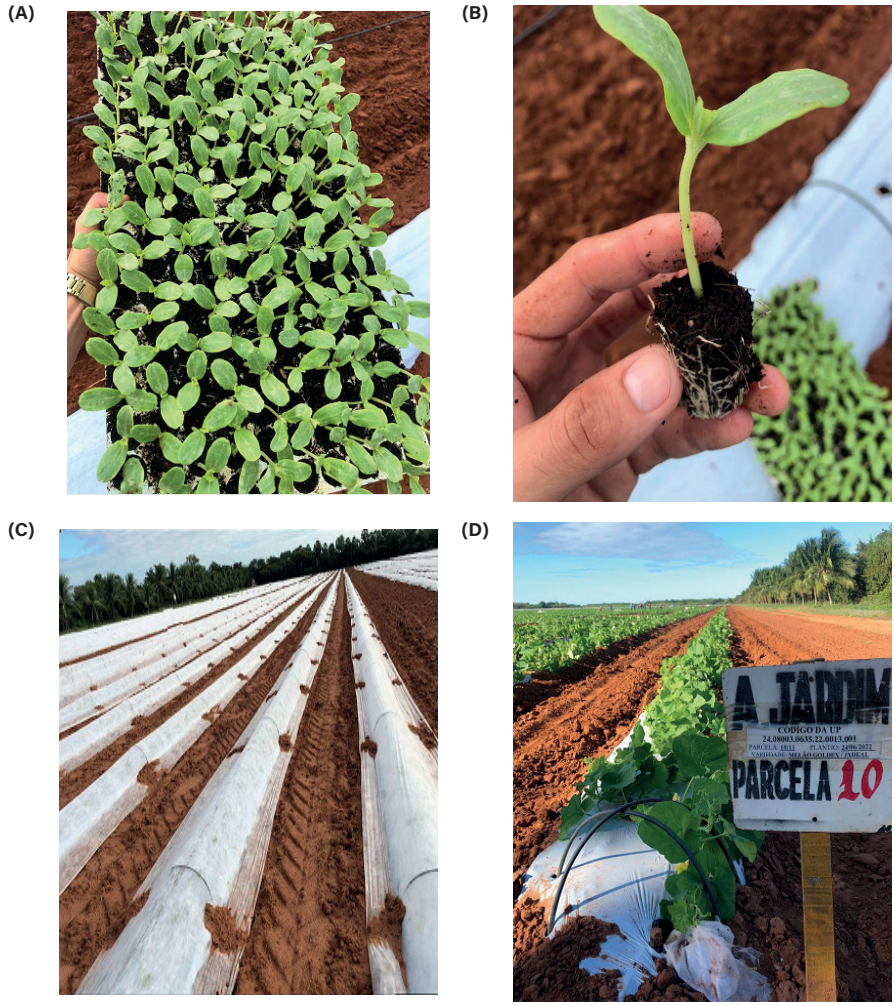
Preparo da área de produção

A preparação da área de produção do melão foi iniciada no dia 02 de maio de 2022, com o preparo do solo utilizando uma grade aradora (hidráulica, tatu) de 18 discos de 32 polegadas, para fazer o rebaixamento da vegetação rasteira, preparando assim para a próxima atividade. Na etapa seguinte do preparo do solo, realizada no dia 06 de maio de 2022, foi utilizado o arado hidráulico reversível baldam, de 4 discos de 32 polegadas, mais 1 disco de marcação, com o intuito de revolver o solo, descompactando o mesmo, melhorando a infiltração de água e homogeneização da fertilidade do solo.

Posteriormente, no dia 09 de maio de 2022, utilizou-se a grade niveladora hidráulica baldam, de 48 discos de 32 polegadas, fazendo o nivelamento da área, quebrando torrões existentes, tornando o solo mais plano, com melhor drenagem e capacidade de armazenamento de água. Em seguida foi feito o balizamento usando uma trena métrica, esquadrando a área nas proporções desejadas com linhas de 200 metros. Após o balizamento da área, no dia 11 de maio de 2022, foi feito o sulcamento juntamente com a adubação de fundação, utilizando adubo de fundação Bioturbo na quantidade equivalente a 480 kg por hectare.

O sulcamento como é chamado, é realizado através do implemento sulcador que além de formar o canteiro para o *mulching*, faz a adubação, fornecendo assim nutrientes de melhor absorção para as plantas. Nos dias 26 e 27 de maio de 2022, foi realizada a colocação do *mulching* junto com a fita de gotejamento, com espaço de 40 cm entre gotejos, e 2 metros entre filas. O *mulching* é um filme plástico utilizado para evitar a incidência de ervas daninhas, minimizando os custos operacionais com capinas, e mante a umidade do solo, uma vez que reduz a evaporação (Figura 2). Na empresa Agrícola Jardim, o *mulching* é utilizado em todas as parcelas, promovendo ótimos resultados na produtividade.

Figura 2 - Cultivo de melão na empresa Agrícola Jardim, Mossoró, RN: mudas de melão amarelo Goldex após 11 dias de semeadura (A e B), área com a manta (C) e área 31 dias após o transplantio (D).



Fonte: autor (2022).

Plantio e transplantio das mudas

Realizou-se a perfuração do *mulching*, no dia 07 de junho de 2022, juntamente com a perfuração das covas, com profundidade de 0,5 cm, para o transplantio das mudas, com auxílio de um perfurador tipo lança, próprio para a atividade, e marcador de espaços de 40 cm de distância entre as covas (Figura 2A e B).

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

No dia 24 de junho de 2022, na empresa Top Plant Comercio de Mudas LTDA, foi feito a semeadura do melão amarelo Goldex (Agristar), onde ficou em fase de desenvolvimento durante 11 dias até a formação das mudas (Figura 2A e B). Durante esse período, foram utilizados defensivos agrícolas como o Score 30 mL/100L para o controle do cancro e o Oberon 125 g/100L para o controle da mosca branca, com uma única aplicação durante os 11 dias.

Em seguida, no dia 05 de julho de 2022, foi realizado o transplantio das mudas de melão para a área de 4,3 hectares na parcela 10-11 (Figura 2A e B). Após o transplantio, as mudas foram cobertas com manta de TNT (tecido não tecido) para evitar incidência de pragas (Figura 2C). Logo em seguida, começou o processo de irrigação, onde o irrigador (funcionário) tem um papel muito importante na produção da empresa, responsável por todo desenvolvimento dos frutos, junto com o técnico responsável. O engenheiro agrônomo passou todo o receituário de adubação da área plantada, aumentando as quantidades de água e adubo de acordo com as necessidades observadas no dia-a-dia de trabalho (Figura 2D).

Tratos culturais

No dia 25 de julho de 2022, a manta de TNT foi removida (Figura 2D), realizando-se, em seguida, uma capina manual com auxílio de enxada para a remoção de plantas daninhas nas entrelinhas. Além disso, foi utilizado o cultivador acoplado ao trator, fazendo a limpeza da área, evitando competição por nutrientes entre plantas invasoras e a cultura do melão.

Após essa capina, caixotes com abelhas foram colocados ao redor da área, visando a realização da polinização do meloeiro (Figura 3A). Esse procedimento é uma atividade de suma importância, tendo em vista que as abelhas são responsáveis por 95% de toda a polinização das áreas cultivadas com melão dentro da empresa, sempre bem cuidadas e alimentadas com comedouro e bebedouros, tanto para as abelhas como também para animais silvestres. Ao todo, somam um total de 145 caixotes espalhados por toda a fazenda, dando assistência em toda a produção de 200 hectares/ano.

Figura 3 - Cultivo de melão na empresa Agrícola Jardim, Mossoró, RN**:** abelha polinizando a flor de melão (A), controle de pragas na cultura (B), transporte dos melões colhidos em carroções (C) e melão goldex, perfeição (D).



Fonte: autor (2022).

Uma primeira pulverização com defensivo agrícola para o controle de pragas, foi realizada no mesmo dia da remoção da manta, em horário noturno, utilizando pulverizadores JACTO 3000, com profissionais treinados para realizar esse tipo de atividade, sendo feita 1 pulverização por semana durante todo o período (Figura 3B). Além disso, foi feito o controle biológico com calda orgânica para o controle de pragas do solo como nematoides, fungos e bactérias.

Com 45 dias após o transplantio foram colocadas as charolas, feitas de material plástico, que são usadas para suspender os frutos de melão, evitando

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

o contato direto com o solo, visando evitar a formação da "cama branca", que é um problema indesejável para o produtor, tanto quanto para o consumidor final. As charolas ficam durante todo o período de desenvolvimento dos frutos até o momento da colheita, quando então retirados e armazenados para serem usados em outras áreas de produção futuramente.

Colheita

Nos dias 05 e 06 de setembro de 2022, foi realizada a colheita manual da parcela 10-11 de melão amarelo Goldex, quando foram colhidos 76 carroções com 2.500 kg cada, totalizando 190 mil kg em 4,3 hectares cultivados; sendo 44 mil kg por hectares (Figura 3C e D).

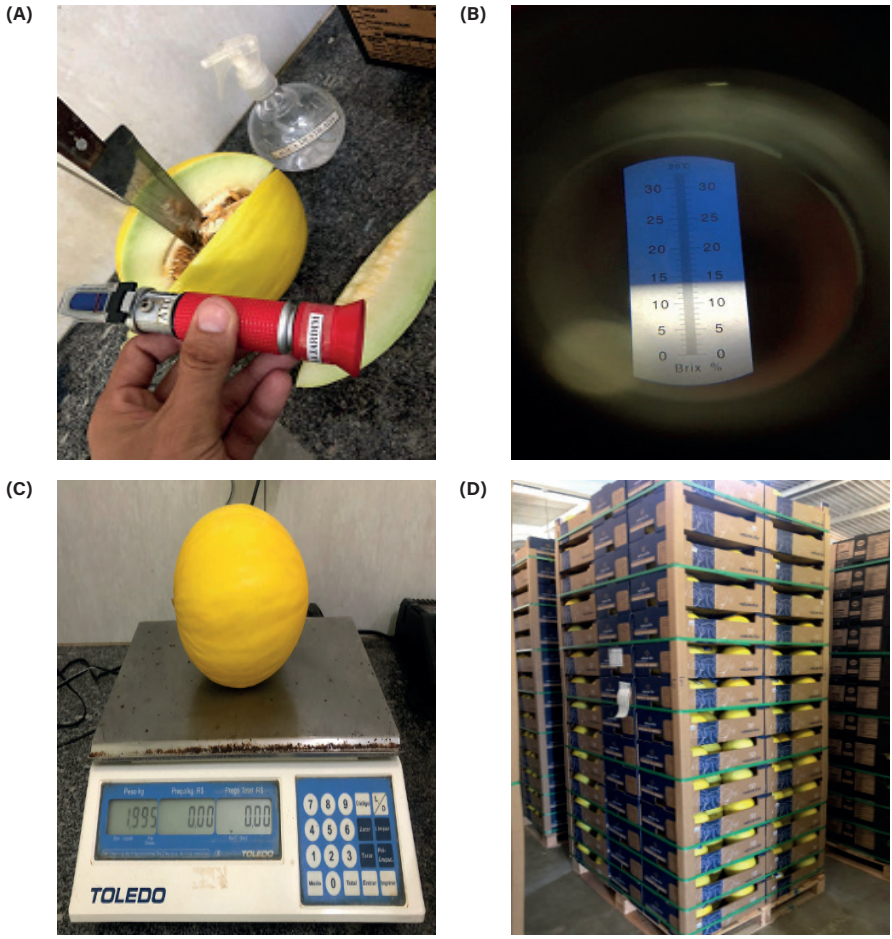
Embalagem e comercialização

A etapa de embalagem ocorreu ao mesmo tempo da colheita, como um processo continuo, os frutos são colocados numa esteira onde são lavados com água clorada, fazendo toda desinfestação dos mesmos. Em seguida, são secados e levados para a mesa de embalagem onde são selecionados por tamanho, peso e após, são embalados de acordo com o pedido de cada cliente.

Durante esse processo, é aferido o °Brix, com o uso de um refratômetro e pesados, com o uso de uma balança, para verificação da qualidade de frutos para a comercialização (Figura 4A, B e C). Após embalados, são empilhados manualmente, paletizados e levado ao armazenamento pronto para ser destinado ao cliente.

Os paletes são transportados dentro de containers com temperatura controlada entre 10 a 12 ºC, monitorizados por sensores de rastreamentos durante todo o percurso do navio, garantindo que o produto chegue com segurança para o cliente (Figura 4D).

Figura 4 - Cultivo de melão na empresa Agrícola Jardim, Mossoró, RN: refratômetro para a aferição de °Brix (A), amostra com 14°Brix, excelente (B), peso preciso do fruto (C) e palete pronto para embarque (D).



Fonte: autor (2022).

DISCUSSÃO

A formação técnica demanda oportunidades de aquisição de conhecimentos de modo contextualizado, especialmente por meio da convivência no ambiente de trabalho de uma empresa, e os estágios supervisionados, contribuem para essa experiência prática pelos estudantes (ALENCAR; SANCHES, 2022). É essencial que durante a execução das atividades de estágio, se mantenha eficiente acompanhamento do estagiário, pois, apesar de ato educativo escolar,

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

ocorre em ambiente profissional, no qual não é comum a lógica didático-pedagógica convencional existente na maioria das escolas (LIMA; FROTA, 2014). Segundo esses autores, se o estudante estagiário não for supervisionado, pode resultar em mera instrumentalização do estagiário, limitando-se a capacitá-lo para tornar-se produtivo e adaptável às condições e exigências do sistema produtivo dominante, em detrimento do desenvolvimento da sua capacidade racional crítica.

O estágio supervisionado oportuniza ao estudante estagiário, conhecer e vivenciar na prática o que se aprende na teoria em sala de aula, promovendo uma visão mais ampla de como ocorre realmente uma produção no dia a dia. Assim sendo, a escolha da empresa e do tipo de atividade exercida é de suma importância para a realização de um estágio que agregue conhecimento e desenvolvimento profissional ao estudante estagiário.

O melão, fruto produzido e exportado pela Empresa Agrícola Jardim Produção e Comercialização de Frutas, concedente do estágio, é uma das olerícolas mais cultivadas no mundo, apresentando significativa importância econômica e social. O Brasil desponta como o 10º maior produtor de melão mundial, com uma produção de 607.047 toneladas, e produtividade média de 25,4 toneladas por hectare (FAOSTAT, 2021). A região Nordeste é a maior produtora nacional, com destaque para o estado do Rio Grande do Norte, que na safra 2021/2022 colheu cerca de 300 mil toneladas, sendo cerca de 2/3 dessa produção destinada à exportação (ABRAFRUTAS, 2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estágio supervisionado foi uma grande oportunidade de complementar e aperfeiçoar a formação acadêmica como técnico em agropecuária, tendo em vista que o estagiário já está trabalhando na área de produção. No estágio, o estudante teve a oportunidade de viver o dia-a-dia empresarial nos diversos âmbitos, aumentar a rede de contatos e adquirir uma preparação para o futuro mercado de trabalho. Por fim, o estágio na empresa Agrícola Jardim foi enriquecedor, cheio de conhecimentos práticos e teóricos, onde contribuíram suficientemente para o desenvolvimento como futuro técnico em agropecuária.

REFERÊNCIAS

ABRAFRUTAS. **Melão: da Caatinga para o mundo**. Abrafrutas, 2022. Disponível em: https://abrafrutas.org/2022/05/melao-1-da-caatinga-para-o-mundo/. Acesso em: 23 set. 2023.

ALENCAR, J. V.; SANCHES, K. L. A importância do estágio supervisionado na educação profissional técnica de nível médio. **Revista Educar Mais**, v. 6, p. 795-812, 2022.

ARAÚJO NETO, S. E. *et al.* Produtividade e qualidade de genótipos de melão-amarelo em quatro ambientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 104-107, 2003.

ARAÚJO, J. L. P.; LIMA, J. R. F. **A cultura**. *In:* NICK, C.; BOREM, A. (Ed.) Melão: do plantio à colheita. Viçosa-MG: UFV, 2019. p. 9-19.

BARBOSA, J. R. *et al.* Produtividade da cultura da soja irrigada com déficit hídrico regulado no cerrado Piauiense. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 14, n. 4, p. 4200-4210, 2020.

BASTOS, N. C. F. **Toxicidade de manganês, produtividade e qualidade de melão cantaloupe (*Cucumis melo*) sob diferentes fontes de adubo nitrogenado**. 2019. 56f.: il. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019.

CÂMARA, M. J. T. *et al.* Produção e qualidade de melão amarelo influenciado por coberturas do solo e lâminas de irrigação no período chuvoso. **Ciência Rural**, v. 37, n. 1, p. 58-63, 2007.

COSTA, F. A. *et al.* Aspectos qualitativos do melão 'Gold Mine' cultivado no período chuvoso sob diferentes coberturas do solo e lâminas de irrigação. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2 (Supl. 1), p. 378-379, 2003.

FAOSTAT, FAO. **Produtos agrícolas e pecuários**. Divisão de Estatística, Organização das Nações para a Alimentação e a Agricultura. Disponível em: https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/142f0106-b01a-4f7d-becd-a5f0760ede75/content. Acesso em: 28 de ago. de 2023.

LIMA, D. S. R. *et al.* Sazonalidade da produtividade e pós-colheita de melão 'pele de sapo' submetido a lâminas de irrigação e doses de bioestimulante. **Irriga**, v. 1, n. 1, p. 221-236, 2021.

LIMA, L. A.; FROTA, F. H. F. S. As disposições pedagógicas em cursos de formação inicial e continuada: um estudo de caso sobre o projeto primeiro passo - jovem aprendiz. **Revista Eletrônica de Política e Gestão Educacional**, v. 2, n. 17, p. 139-166, 2014.

LINHARES, P. C. A. *et al.* A importância da escola, aluno, estágio supervisionado e todo o processo educacional na formação inicial do professor. **Terceiro Incluído**, v. 4, n. 2, p. 115-127, 2014.

MIRANDA, N. O. *et al.* Produtividade e qualidade de frutos de melão em resposta à cobertura do solo com plástico preto e ao preparo do solo. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 490-493, 2003.

QUEIROGA, R. C. F. *et al.* Produtividade e qualidade do melão Cantaloupe, cultivado em ambiente protegido, variando o número e a posição dos frutos na planta. **Bragantia**, v. 67, n.4, p. 911-920, 2008.

QUEIROGA, R. C. F. *et al.* Influência de doses de nitrogênio na produtividade e qualidade do melão *Cantalupensis* sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 4, p. 550-556, 2007.

SANTOS, F. A. S. *et al.* Produtividade do melão rendilhado fertirrigado com silício. **Irriga**, v. 1, n. 2, p. 321-334, 2021.

SOUZA, G.; GOMES, E. G.; GAZZOLA, R. Agropecuária brasileira, produtividade e taxas de crescimento. **Revista de Política Agrícola**, Ano XXXI, n. 1, p. 86-104, 2022.

TERCEIRO NETO, C. P. C. *et al.* Produtividade e qualidade de melão sob manejo com água de salinidade crescente. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 4, p. 354-362, 2013.

15

SUPERVISÃO DA PRODUÇÃO DE MELÃO AMARELO NA FAZENDA BOA ESPERANÇA

Rafael Camilo de Morais
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Paulo Cássio Alves Linhares
Universidade Federal de Campina Grande (UFGC)

Jordan Linhares Dias
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Ruth Cristina da Silva
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Arthur Lima de Oliveira
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Mikael da Silva Oliveira
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Rayane Nunes Gomes
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Karla Danieli de Souza Vieira Messias
Universidade Federal de Campina Grande (UFGC)

Francisco Hélio Alves de Andrade
Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA)

Maria Lúcia Maurício da Silva
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

10.37885/250819976

RESUMO

O presente relato descreve as atividades desenvolvidas durante um período de experiência realizado na empresa Mata Fresca Ltda, Fazenda Boa Esperança, localizada em Apodi, RN. O acompanhamento teve como objetivo entender sobre a produção de melão amarelo, incluindo práticas de preparo de solo, adubação, irrigação, polinização, controle fitossanitário, colheita e pós-colheita. As atividades desenvolvidas no estágio permitiram relacionar diretamente os conhecimentos teóricos com a prática no campo. A experiência possibilitou a integração entre teoria e prática, contribuindo para a formação técnica e profissional do Técnico em Agropecuária em formação.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L.; manejo agrícola; produtividade.

INTRODUÇÃO

O meloeiro (*Cucumis melo* L.), pertencente à família Cucurbitaceae, é uma das olerícolas mais consumidas no mundo e um dos frutos mais exportados pelo Brasil na forma *in natura* (NASCIMENTO NETO, 2011), se classificando como uma cultura de grande importância socioeconômica. Além disso, o Brasil é um dos maiores produtores mundiais de melão, com cerca de 862.387 toneladas produzidas em 2023, o que movimentou o equivalente à 1.255.050 mil reais (IBGE, 2023).

A cultura do meloeiro desenvolve-se bem em regiões tropicais e subtropicais, mas possui preferência por climas quentes, onde as temperaturas entre 30 e 35 ºC promovem um maior crescimento e desenvolvimento dos frutos, características que tornam a região Nordeste, o principal produtor de melão (FUNDO *et al.*, 2018; METRANI *et al.*, 2023; QIAN *et al.*, 2019). O estado do Rio Grande do Norte destaca-se como o maior produtor de melão do país (IBGE, 2023), onde o polo integrado Açu-Mossoró responde por 90% da produção (BASÍLIO *et al.*, 2024). O fato dessa região potiguar estar próxima dos principais pontos de distribuição mundiais, como Roterdam (Holanda) e Doover (Inglaterra), tem contribuído para seu destaque como exportadora de melão (OLIVEIRA, 2011).

Tendo em vista esse contexto, o estágio obrigatório foi realizado na Empresa Mata Fresca Ltda, Fazenda Boa Esperança, localizada na zona rural de Apodi, Rio Grande do Norte, produtora e *packing house* do melão amarelo. É importante ressaltar que o estágio supervisionado é uma forma de aprimorar as teorias adquiridas no processo de formação profissional, através de atividades práticas (LINHARES *et al.*, 2014). Além disso, a produção de melão é uma atividade muito importante para a região Nordeste, girando a economia local, criando empregos e gerando renda, através da exportação da produção (SANTOS *et al.*, 2021).

Diante do exposto, o estágio supervisionado objetivou acompanhar a produção de melão amarelo, contribuindo dessa forma, para a formação técnica do aluno, bem como aperfeiçoar seus conhecimentos, unindo teoria e prática.

DETALHAMENTO DA EXPERIÊNCIA

Descrição do setor do campo de estágio

O estágio foi realizado pelo primeiro autor, como parte das exigências de obtenção do título de Técnico em Agropecuária, na Escola Agrotécnica do Cajueiro (EAC), do Centro de Ciências Humanas e Agrárias (CCHA), Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Esta prática vivencial foi realizada na empresa Mata Fresca Ltda, fazenda Boa Esperança, localizada na zona rural de Apodi, RN (Figura 1A). Esta empresa tem o foco na produção de melão amarelo (*Cucumis melo* L). Teve início no dia 12 de dezembro de 2022 e término em 12 de janeiro de 2023. As atividades foram realizadas em acompanhamento no campo, sendo descritas em detalhes nos próximos tópicos desta seção.

Figura 1 - Visualização da Fazenda Mata Fresca (A) e campo de produção de melão amarelo (B).

(A) **(B)**



Fonte: autor (2025).

O setor de produção é dividido por blocos de 3,5 hectares, sendo cada bloco dividido por 10 talhões, e cada talhão composto por oito linhas de 100 m, em que, todo bloco possui um sistema de fertirrigação (Figura 1B).

Coleta e análise química do solo

Antes da implementação e da área de produção, é realizada uma análise de solo. Para isso, realiza-se uma coleta de solo em pontos aleatórios, em zigue-zague dentro de cada bloco. Antes da coleta, são retirados com cuidado

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

a vegetação e outros elementos presentes como galhos e pedras, sem que se retire a camada superficial e matéria orgânica.

A profundidade da coleta é a de 0-20 centímetros e após coletar o solo, o mesmo é colocado em um balde junto com todas as amostras simples. Os torrões são desfeitos evitando ao máximo contaminações nas amostras. A junção e homogeneização de todas as amostras simples se torna uma amostra composta, sendo a partir dessa que sai a amostra para análise do solo. Após a coleta das amostras de solo, o material é levado pro laboratório, para que posteriormente faça a interpretação para definir o melhor manejo de adubação para a cultura.

Acompanhamento do preparo da área

O preparo de solo é feito primeiramente com a aração, realizada com uma grade aradora acoplada ao trator. Logo após é feita uma gradagem, utilizando a grade niveladora. Também é feito o sulcamento, realizando o levantamento das linhas com 100 m de comprimento, para a adubação de fundação e posteriormente, o cultivo do melão. O levantamento do sulco, adubação de fundação e o posicionamento das fitas de gotejadores são feitos de forma simultânea pelo sulcador (Figura 2).

Figura 2 - Produção do melão amarelo: adubação de fundação, sulcamento e posicionamento de fita gotejadora.



Fonte: autor (2025).

A seguir é feita a cobertura de solo com *mulching* (Figura 3). Essa prática, é utilizada para manter/reter umidade do solo, diminuir a população de plantas invasoras, proteger o solo contra erosão, entre outros benefícios.

Figura 3 - Produção de melão amarelo: solo coberto com *mulching*, nas linhas de cultivo do melão.



Fonte: autor (2025).

Materiais utilizados

- Manta de TNT (Tecido Não Tecido): usado para evitar a incidência de pragas na fase inicial da cultura;
- *Mulching*: usado para cobrir o canteiro com objetivo de manter a umidade do solo e diminuir a incidência de plantas invasoras;
- Arco: usado para sustentação da manta de TNT;
- Fita de irrigação por gotejo com espaçamento de 40 cm;
- Charola: usado para suspender o fruto do *mulching*.

Adubação e Irrigação

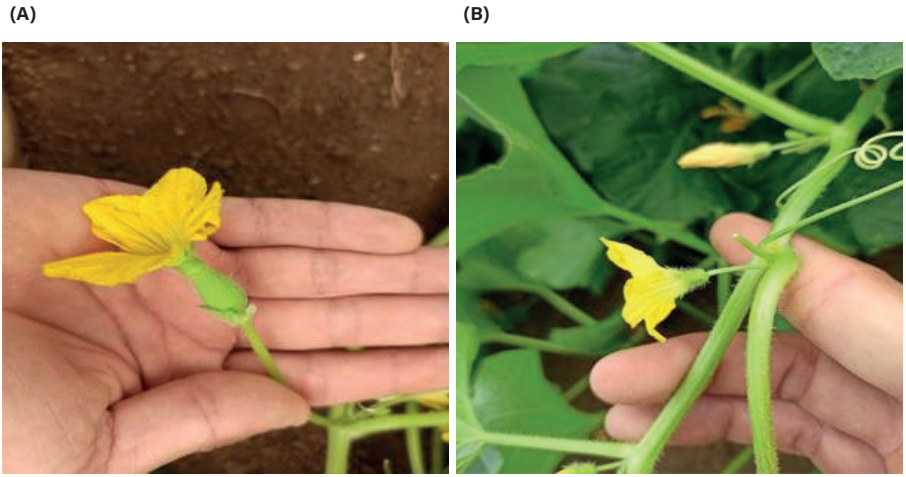
Para a produção de melão pela empresa, é realizada adubação de cobertura através da fertirrigação. Assim, são usadas várias fontes de fertilizantes como: Uréia, MAP, sulfato de potássio, nitrato de potássio, sulfato de ferro, sulfato de

zinco, nitrato de cálcio, sulfato de magnésio, entre outros. A irrigação do meloeiro é realizada através de irrigação localizada, por fita gotejadora.

Polinização

As flores masculinas e femininas se localizam separadamente na mesma planta, sendo que o início da floração acontece de 18 a 25 dias após o plantio. Inicialmente, há o surgimento das flores masculinas, e após 3 a 5 dias, inicia-se o aparecimento simultâneo das flores masculinas e femininas (Figura 4). A presença de abelhas durante a fase de florescimento é fundamental para haver a frutificação e, consequentemente, tem relação direta com a produtividade.

Figura 4 - Produção de melão amarelo: flores feminina (A) e masculina do melão (B).



Fonte: autor (2025).

Controle de plantas daninhas

O controle de plantas daninhas pode ser feito através de trator ou a tração animal entrelinhas e manualmente entre as plantas, tantas vezes quantas forem necessárias para manter a cultura sem a competição das plantas daninhas. Mesmo com o *mulching*, ainda ocorre a presença de plantas daninhas, sendo realizada a sua retirada por capinas.

Monitoramento de pragas e doenças

O controle de pragas é feito com isca proteica (atrativo), que são soluções dissolvidas em água com a finalidade de monitoramento e prevenção dos ataques de insetos, principalmente da mosca-minadora, que é de grande perigo para a lavoura. Esse monitoramento serve também para a identificação de outras pragas como: lagarta, ácaro, mosca-branca entre outras.

Os preparos das soluções devem ser na medida correta para não haver problemas de toxidez nas plantas nem contaminação do solo e da água, sendo realizado por um profissional na área. As aplicações desses produtos são realizadas nos horários de climas mais amenos.

Calçamento dos frutos

O calçamento dos frutos é realizado com a charola, sendo ela feita de plástico ou papelão, assim, evitando-se o contato direto dos frutos com o solo.

Giro ou alternância do fruto

Na ausência do calçamento dos frutos, para evitar a depreciação deles com o surgimento da mancha de encosto (aquela que se forma na parte inferior do fruto que está em contato com o solo), recomenda-se a prática do giro ou alternância da posição do fruto. Consiste em mudar a posição do fruto em 30º, colocando-se a parte de baixo para um lado, tendo-se o cuidado de não girar a parte inferior do fruto para cima, pois esta é, inicialmente, muito sensível aos raios solares, que poderão provocar queimaduras no fruto.

Colheita

A primeira colheita é feita em torno de 65 a 70 dias após o plantio, de forma manual, onde dois grupos de funcionários atuam de forma diferente (Figura 5A). O primeiro executa a separação dos frutos em maturação de campo e o grupo, é responsável pela acomodação dos frutos retirados em carroções para o transporte.

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

Figura 5 - Produção de melão amarelo: colheita de frutos (A) e *Packing house* (B).

(A)



(B)



Fonte: autor (2025).

Os frutos com deformação ou presença de alguma doença são descartados. Já os frutos em bom estado são coletados e enviados para o setor de embalamento, conhecido como *packing house*, para o escoamento e comercialização da produção (Figura 5B). Uma colheita posterior pode ser feita 10 dias após a primeira, levando em consideração a maturação dos frutos em bom estado deixados em campo na primeira colheita.

Pós-colheita

O processo de pós-colheita é feito no *packing house* onde os frutos colhidos anteriormente são lavados em solução de água e cloro para desinfestação (Figura 5B). Após esse procedimento, os melões são selecionados conforme seu peso, tamanho e padrão de exportação, e logo em seguida, são embalados em caixas e posteriormente, exportados por via marítima, através do Porto de Natal - RN.

DISCUSSÃO

O cultivo do meloeiro, olerícola de grande relevância para o semiárido brasileiro, exige manejo criterioso e constante atenção a práticas como irrigação, adubação, controle de pragas e doenças e colheita. A análise do solo é fundamental para que o agricultor possa diagnosticar as condições do solo tanto químicas (teores de macro e micronutrientes, acidez do solo) quanto físicas (compactação do solo), permitindo avaliar a necessidade de calagem, determinar o tipo de calcário a ser utilizado e quais fontes de nutrientes devem ser fornecidos por meio de adubação via solo ou foliar. A adubação de fundação possui como função suprir nutricionalmente a planta. Segundo Giracca e Nunes (2015), a aplicação de uma adubação adequada, promove maior produtividade e frutos com maior rendimento e qualidade. O meloeiro é uma das cucurbitáceas mais exigentes em relação à adubação, em virtude principalmente de dois aspectos: ciclo fenológico relativamente curto e sistema radicular pouco desenvolvido (SILVA JÚNIOR, 2023).

No cultivo de melão, o uso de maquinário nas operações visando o preparo do solo, como a grade niveladora, o arador ou qualquer outra, devem ser definidas conforme as condições da área a ser plantada. Em caso de solo com indícios de compactação, o recomendado é que primeiramente seja feita a operação de subsolagem da área (COSTA, 2017). A gradagem é de suma importância, tendo em vista que no processo de aração feito previamente, o solo fica irregular e com alguns torrões, e com o uso da grade os torrões são desfeitos e o solo é nivelado. A aração promove a inversão do solo aumentando a oxidação da matéria orgânica e proporcionando um solo mais solto, facilitando o desenvolvimento radicular do meloeiro e a infiltração de água.

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

O *mulching*, ou cobertura plástica, é um material muito utilizado em grandes produções, sendo mais prático do que a cobertura convencional (cobertura morta), pois necessita de uma área específica para a produção de matéria seca demandando maior mão-de-obra, além disso tem maior eficiência na conservação da umidade do solo. O *mulching* requer que os canteiros sejam levemente arredondados para facilitar sua instalação (COSTA, 2017). Com o desenvolvimento da planta, as capinas devem ser manuais, com auxílio de enxada, e localizadas para evitar danos às ramas.

No cultivo, a disponibilidade de água é fator limitante para produção (MELO *et al.*, 2020), por isso é tão importante o aprimoramento de técnicas e manejo adequado desse recurso para a garantia de uma produção eficiente e sustentável (BARBOSA *et al.*, 2020). A irrigação localizada, utilizada no cultivo do meloeiro, nada mais é que a aplicação de água diretamente sobre a zona radicular das plantas em pequenas quantidades, porém, durante um longo período. Esse processo deixa o solo com umidade ideal para o desenvolvimento da planta.

O número reduzido de abelhas na área de cultivo do meloeiro, afeta negativamente sua produtividade e aumenta o número de frutos defeituosos. A redução no abortamento de frutos, e a produção desses, com características comerciais é o resultado de uma polinização eficiente, onde muitos grãos de pólen são depositados pelas abelhas sobre o estigma da flor feminina ou hermafrodita. Além disso, é recomendado evitar o uso de defensivos durante a fase de florescimento, principalmente pela manhã, e instalar cinco colmeias/ha em torno de 23 a 25 dias após a germinação do melão, permanecendo por 3 a 4 semanas na área (COSTA; DIAS, 2010).

Na agricultura, as práticas culturais são de grande importância para se minimizar a necessidade de intervenções pontuais no agroecossistema para o controle de pragas e doenças, dentre essas práticas o uso de armadilhas luminosas, adesivas e o uso de feromônio que atraem as mesmas. As armadilhas se tornam essenciais para a captura dos insetos pragas, uma vez que reduz o apodrecimento de frutos, principalmente na época chuvosa, na fase próxima à colheita, em decorrência de pragas como a broca das cucurbitáceas (*Diaphania* spp.) e a mancha de encosto (cama).

O acompanhamento das práticas de manejo evidenciou a importância da tecnologia e do planejamento para a obtenção de frutos de qualidade e para

o atendimento às exigências do mercado exportador. Além disso, a vivência prática destacou a relevância do trabalho em equipe e da gestão eficiente no setor agrícola.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades acompanhadas em campo proporcionaram adquirir novos conhecimentos no mundo de trabalho, aprimorar os conhecimentos observados nas aulas teóricas e descobrir quais as principais práticas de manejo no sistema de produção de melão amarelo.

Além disso, acompanhar as atividades de campo com os trabalhadores da empresa, proporcionou melhor entendimento do conhecimento adquirido na área da agronomia.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO NETO, S. E. *et al.* Produtividade e qualidade de genótipos de melão-amarelo em quatro ambientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 104-107, 2003.

BARBOSA, J. R. *et al.* Produtividade da cultura da soja irrigada com déficit hídrico regulado no cerrado Piauiense. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 14, n. 4, p. 4200-4210, 2020.

BASÍLIO, F. O. *et al.* Qualidade e produtividade de frutos de melão em relação a atributos do solo. **Observatório De La Economía Latinoamericana**, v. 22, n. 11, p. e7926-e7926, 2024.

COSTA, N. D. *et al.* **Sistema de produção de melão**. Embrapa, 08/2010. Disponível em: http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/sistema_producao/spmelao/tratos_culturais.html#topo em: 31 maio 2022.

COSTA, N. D. (Ed.) **Coleção Plantar: Melão.** 3 ed. Brasília: Embrapa, 2017. 191p.

COSTA, N. D; DIAS, R. C. S. **Sistema de produção de melão**: Tratos culturais. Embrapa Semiárido: Sistemas de Produção, n. 5, 2010.

FUNDO, J. F. *et al.* Physicochemical characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity in juice, pulp, peel and seeds of Cantaloupe melon. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 12, n. 1, p. 292-300, 2018.

GIRACCA, E. M. N.; NUNES, J. L. D. S. **Fertilizantes.** Agrolink. (2015). Disponivel em: < http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/Nutrientes.aspx>. Acesso em: 26 jul 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *In*: Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. 2023. Disponível em: www.ibge.gov.br/explica/produção-agropecuária/melão/br. Acesso em: 27 jul 2025.

LINHARES, P. C. A. ***et al.*** A importância da escola, aluno, estágio supervisionado e todo o processo educacional na formação inicial do professor. **Terceiro Incluído**, v. 4, n. 2, p. 115 - 127, 2014.

MELO, A. S. ***et al.*** Physiology and yield of piel de sapo melon (*Cucumis melo* L.) under water deficit in semi-arid region, Brazil. **Bioscience Journal**, v. 36, n. 4, p. 1251-1260, 2020.

METRANI, R. ***et al.*** Multi-location evaluation of cantaloupe (*Cucumis melo* L.) cultivars for their aroma and flavor related volatile composition using a metabolomics approach. **Food Chemistry Advances**, v. 2, p. 100223, 2023.

MIRANDA, N. O. ***et al.*** Produtividade e qualidade de frutos de melão em resposta à cobertura do solo com plástico preto e ao preparo do solo. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 490-493, 2003.

NASCIMENTO NETO, J. R. **Formas de aplicação e doses de nitrogênio e potássio no cultivo de meloeiro amarelo.** 77f. 2011. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

OLIVEIRA, E. P. **Arranjos Produtivos globalizados: o caso do APL da fruticultura de melão de Mossoró-Baraúna-RN**. 2011. 107 fls. Dissertação (Mestrado em Economia Regional) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

QIAN, O. Y. ***et al.*** Bioactive compounds in *Cucumis melo* L. and its beneficial health effects: A scoping review. **Malaysian Applied Biology**, v. 48, n. 4, p. 11-23, 2019.

SANTOS, F. A. S. ***et al.*** Produtividade do melão rendilhado fertirrigado com silício. **Irriga**, v. 1, n. 2, p. 321-334, 2021.

SILVA JÚNIOR, M. P. **Relatório de estágio supervisionado obrigatório: acompanhamento do cultivo de melão amarelo na Empresa Agrícola Famosa S.A.** 47 f.: ils. 2023. Relatório de Estágio Supervisionado (Graduação em Agronomia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2023.

16

COMPOSTAGEM COMO RECURSO METODOLÓGICO NO ENSINO/APRENDIZAGEM DA AGROECOLOGIA PARA ESTUDANTES DA CASA FAMILIAR RURAL DE TIMON-MA

Sharles Gabriel de Souza Borges
Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA)

Shirlenne Ferreira Silva
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Antônio Francisco da Silva Gomes
Casa Familiar Rural de Timon-MA (CFR)

Carlos André da Silva Gomes
Casa Familiar Rural de Timon-MA (CFR)

Edileydia Sousa Silva
Casa Familiar Rural de Timon-MA (CFR)

Gustavo Brito Medeiros
Casa Familiar Rural de Timon-MA (CFR)

Paulo Henrique de Sousa Aguiar
Casa Familiar Rural de Timon-MA (CFR)

Sebastião Santos de Oliveira
Casa Familiar Rural de Timon-MA (CFR)

Maria Paula Coutinho Chaves
Casa Familiar Rural de Timon-MA (CFR)

Sara Hemilly de Oliveira Rocha
Casa Familiar Rural de Timon-MA (CFR)

10.37885/250819980

RESUMO

A agroecologia é a ciência que tem a associação de princípios agronômicos, ecológicos e socioeconômicos à compreensão e avaliação do efeito das tecnologias sobre os sistemas agrícolas e a sociedade como um todo. A agricultura e a pecuária produzem vários resíduos, como dejetos de animais, restos de culturas, palhas e resíduos agroindustriais, os quais, em alguns casos, provocam sérios prejuízos e poluição à natureza. A compostagem é um dos procedimentos mais antigos no mundo agropecuário, sendo uma ferramenta sustentável com o uso da matéria orgânica. Ela é uma técnica que consiste no processo de reaproveitamento de resíduos orgânicos, a partir da decomposição controlada de restos vegetais e estercos, obtendo-se matéria orgânica bioestabilizada. Nesse sentido, aulas práticas de compostagem foram realizadas com os alunos do segundo ano do Curso de Ensino Técnico de Nível Médio Integrado à Educação Profissional, com Habilitação em Agropecuária, da Casa Familiar Rural de Timon-MA, a fim de fomentar o protagonismo dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem. Para abordar de forma concreta e vivencial no contexto escolar, a compostagem foi destacada como uma solução essencial, dado que o acúmulo de resíduos orgânicos é um dos principais contribuintes para a poluição ambiental e um problema presente na comunidade escolar e imediações. Permitir que os alunos tenham vivências e experiências que integrem educação e práticas de campo no contexto da produção vegetal/animal, pode potencializar os resultados educacionais, promovendo maior conexão dos alunos com o meio ambiente e incentivando ações mais responsáveis e sustentáveis.

Palavras-chave: Aula prática; educação no campo; interdisciplinaridade; práticas conservacionistas; sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

A agroecologia é a ciência que tem a associação de princípios agronômicos, ecológicos e socioeconômicos à compreensão e avaliação do efeito das tecnologias sobre os sistemas agrícolas e a sociedade como um todo, utilizando os agroecossistemas como unidade de estudo, abrangendo extensões ecológicas, sociais e culturais (Altieri, 2000).

A agricultura e a pecuária produzem vários resíduos, como dejetos de animais, restos de culturas, palhas e resíduos agroindustriais, os quais, em alguns casos, provocam sérios prejuízos e poluição. Muitos desses resíduos são perdidos por não serem coletados e reciclados. Contudo, quando manejados de forma adequada, podem suprir as demandas dos sistemas agrícolas, sem lesar os recursos do solo e do ambiente.

Nesse contexto, o processo agroecológico visa elaborar formas e caminhos sustentáveis para a agropecuária, além de conservar e, ou, preservar o meio ambiente para as gerações futuras. Entre as diversas técnicas e práticas recomendadas por esse sistema, pode-se citar a compostagem como uma ferramenta fundamental que determina formas hábeis de diminuírem os processos e impactos ambientais causados por resíduos descartados de forma inadequada, diminuindo o refugo de resíduos (Souza, 2022).

A compostagem é um dos procedimentos mais antigos no mundo agropecuário, sendo uma ferramenta sustentável com o uso da matéria orgânica. Ela é uma técnica que consiste no processo de reaproveitamento de resíduos orgânicos, a partir da decomposição controlada de restos vegetais e estercos, obtendo-se matéria orgânica bioestabilizada. Essa decomposição ocorre pela ação de microrganismos e pela fauna do solo, sendo o composto uma fonte de liberação lenta de macro e micronutrientes orgânicos. Em suma, a compostagem, é uma prática agroecológica que colabora no processo sustentável de produção sem degradar os agroecossistemas (Buss e Moreto, 2019). O emprego de práticas como a compostagem em cursos técnicos das agrárias, são de extrema importância, pois garantem um destino apropriado para materiais ociosos, preservam o ambiente e, contribuem para o saneamento.

Desta forma, faz-se necessário a realização de aulas práticas com os alunos com temáticas que busquem difundir conhecimento, apresentando

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

tecnologias adequadas que auxiliarão no fortalecimento e fixação do homem no campo. Aulas práticas relacionadas com demandas do dia a dia do produtor, aproximam os estudantes com o meio acadêmico possibilitando um intercâmbio de informações, a identificação das problemáticas atuais no campo e a troca de experiências. Compreendemos a importância de que a escola discuta assuntos socioambientais de forma contextualizada à realidade dos alunos, como a questão dos resíduos sólidos presentes na comunidade escolar. Abordar esses temas de maneira direcionada e aplicada, auxilia os estudantes a entenderem a relevância das questões ambientais em seu entorno, tornando a aprendizagem mais significativa.

Ao conectar os conteúdos com o ambiente próximo, como o que é descartado todos os dias na escola com o preparo do almoço, folhas das árvores que caem, frutas que são descartadas, os alunos podem vivenciar e entender de forma mais profunda os impactos ambientais e as possíveis soluções. Além disso, ao incorporar tais discussões na matriz curricular, a escola promove o desenvolvimento da sensibilidade crítica e cidadã dos discentes. Isso envolve não apenas a transmissão de conhecimento teórico, mas também a implementação de atividades práticas e projetos que engajem os alunos ativamente na busca por soluções sustentáveis.

O presente relato de experiência apresenta os desdobramentos da prática experimental sobre compostagem com os alunos do segundo ano do curso Técnico em Agropecuária da Casa Familiar Rural de Timon-MA. Tal iniciativa teve como objetivo minimizar os problemas com resíduos presentes na escola. Para tanto, foram desenvolvidas aulas práticas educativas de campo no ambiente escolar, a fim de fomentar o protagonismo dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem.

DETALHAMENTO DA EXPERIÊNCIA

As práticas de campo ocorreram na escola Casa Familiar Rural-CFR, localizada no povoado Tamanduá, Zona Rural de Timon-MA (Figura 1), com alunos do segundo ano do Curso de Ensino Técnico de Nível Médio Integrado à Educação Profissional, com Habilitação em Agropecuária. No primeiro momento, foi realizada a abordagem teórica com a explicação de conceitos, fatores que afetam o

processo de compostagem (umidade, oxigenação, temperatura, concentração de nutrientes, tamanho das partículas e pH), como é montada a leira de um composto, sua utilização na agricultura, limitações da prática e seus benefícios.

Figura 1 - Escola Casa Familiar Rural de Timon, localizada no Povoado Tamanduá, Zona Rural da cidade.



Fonte: (Bruna Silva, 2025).

Os alunos aprenderam que a compostagem é um processo biológico, que acontece em quatro fases: Na **Fase 1** que **é a Mesofílica,** os microrganismos mesófilos (que preferem temperaturas mais amenas) começam a decompor a matéria orgânica, aumentando a temperatura do composto. Na **Fase 2,** denominada de **Fase Termofílica,** os microrganismos termófilos (que desenvolvem-se em altas temperaturas) entram em ação, elevando a temperatura da leira a níveis que eliminam patógenos e aceleram a decomposição.

Já a **Fase 3**, que é a **Fase de Resfriamento,** a temperatura da leira diminui gradualmente, à medida que a matéria orgânica é decomposta. E por fim, na **Fase 4**, que é a **Fase de Maturação,** o composto estabiliza e amadurece, com a atividade microbiana diminuindo até que o composto esteja pronto para uso. Após a explanação desse conteúdo, foi aberto aos alunos o espaço para as discussões com a finalidade de esclarecer as dúvidas expostas por eles.

Nos momentos práticos (durante várias aulas de campo), foram realizadas as coletas dos resíduos orgânicos presentes na escola (restos de comida, cascas

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

de frutas, etc) e de material vegetal presente em todo o campo experimental (folhas em senescência, restolho de capim, e frutas em decomposição-Figura 2).

Figura 2 - Alunos fazendo a separação de folhas e restolhos de capim para a compostagem.



Fonte: (Os autores, 2025).

Para isso, foram disponibilizadas aos alunos ferramentas (enxadas, ancinhos, pás, carrinho de mão) para a coleta e separação do que era orgânico e inorgânico (Figura 3). Com o auxílio de um carrinho de mão, os alunos coletavam as folhas secas e as encaminhavam para os estudantes responsáveis pela moagem das mesmas, em máquina forrageira (Figura 4).

A moagem de folhas e restolhos para compostagem, acelera o processo de decomposição, transformando-os em adubo orgânico mais rapidamente. A redução do tamanho dos materiais, facilita a ação dos microrganismos, aumentando a área de contato e a velocidade com que a matéria orgânica é quebrada.

Após a separação de todo o material, os alunos prepararam o local para depositá-lo, entendendo que para fazer a compostagem, é preciso escolher um local plano, protegido do vento, de fácil acesso e com boa drenagem, mas que não fique encharcada, de forma que seja garantida a boa aeração, umidade e temperatura adequadas para a decomposição.

Figura 3 - Alunos fazendo a separação dos restolhos de capim para a compostagem.



Fonte: (Os autores, 2025).

Figura 4 - Coleta das folhas secas (A); Escolha do local para depositar as folhas para realização da compostagem (B); Moagem do material para facilitar a decomposição (C).



Fonte: (Os autores, 2025).

Por fim, foi realizada a rega do material para então esperar o tempo necessário para o adubo orgânico ficar pronto (Figura 5). Para a compostagem, é crucial manter o material úmido, mas não encharcado. Foi orientado aos alunos que, a quantidade ideal de água varia, mas a umidade deve ser semelhante à de uma esponja levemente espremida. O teste prático é que, ao tocar, se o material estiver seco, deve ser feita a rega. Se estiver muito úmido, é importante adicionar materiais secos para reduzir a umidade e não atrapalhar o processo.

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

Além disso, foram informados sobre a importância de fazer a reviragem do material, pois revirar a leira regularmente ajuda a distribuir a umidade e o ar, facilitando a decomposição. Também foi realizado para efeito de comparação, duas leiras em espaços diferentes, um com folhas inteiras e o outro, com folhas moídas. Essa escolha foi feita para mostrar na prática aos alunos, a diferença de tempo e ação dos microrganismos em materiais de diferentes tamanhos e partículas.

Figura 5 - Material pronto para a compostagem. Folhas inteiras antes da rega (A); Folhas trituradas para efeito de comparação com as inteiras (B); Aluna Sara Rocha fazendo a rega do material (C).



Fonte: (Os autores, 2025).

DISCUSSÃO

A necessidade de tratar a questão dos resíduos sólidos na escola evidencia não só um desafio ambiental, mas também uma oportunidade crucial para reavaliar as práticas educativas e contextualizar a importância de práticas agroecológicas. No contexto rural, caracterizado por intensas e complexas questões socioambientais, práticas como a compostagem são vitais para promover a consciência ecológica e a responsabilidade coletiva dos alunos, desde a juventude. Assim, ao envolver os estudantes ativamente no processo de

compostagem, não apenas os incentivamos a promoverem a sustentabilidade, mas também, formamos cidadãos críticos e conscientes de sua responsabilidade na preservação do meio ambiente.

Para abordar de forma concreta e vivencial no contexto escolar, a compostagem foi destacada como uma solução essencial, dado que o acúmulo de resíduos orgânicos é um dos principais contribuintes para a poluição ambiental e um problema presente na comunidade escolar. Esta iniciativa não apenas trata de uma questão prática de gestão de resíduos, mas também desafia as práticas pedagógicas tradicionais ao integrar a sustentabilidade ao currículo escolar. Em um cenário atual, onde as questões socioambientais são particularmente urgentes e multifacetadas, promover a prática da compostagem entre os estudantes é uma medida socioeducativa. Ela não só reduz a poluição, mas também desenvolve a participação social dos estudantes enquanto agentes ativos de mudança socioambiental, tendo em vista que a escola, enquanto instituição educativa, precisa trazer para a sala de aula não somente a discussão sobre assuntos socioambientais, mas também ações e práticas educativas.

No ciclo de discussão no decorrer das aulas práticas, os alunos afirmaram já terem visto falar sobre o processo, porém não sabiam quais eram os fatores que influenciavam no processo de compostagem, fatores estes de grande importância para que tenha-se bom desenvolvimento durante todas as etapas de decomposição. No decorrer da prática de formação do composto, os alunos foram questionados sobre a importância da compostagem, eles afirmaram ser fundamental para o solo, pois melhora a estrutura dele, além de fornecer nutrientes às plantas para o seu desenvolvimento com maior vigor. Enfatizaram também a importância do aproveitamento de materiais já existentes na propriedade rural, como os restos de cultura e esterco dos animais como de aves, bovinos e caprinos.

Alguns estudantes asseguraram que iram adotar esta técnica nas comunidades rurais onde moram, pois irão aproveitar materiais que possivelmente são desperdiçados por alguns produtores, inclusive pais dos educandos, que utilizam a queima dos restos vegetais. Ficou também evidente para os alunos que a queima de materiais no solo, causa danos significativos a ele e ao meio ambiente, pois o fogo destrói a matéria orgânica, elimina os nutrientes essenciais, reduz a biodiversidade microbiana, contribui para o aumento da erosão

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

e a compactação do solo, além de liberarem gases de efeito estufa. Com a realização da compostagem, o solo ficará mais rico em nutrientes para a cultura do próximo ano.

A utilização da compostagem em aulas práticas é de extrema relevância, pois pode promover a associação ensino/pesquisa; a interdisciplinaridade do currículo escolar, até porque, este é um método de contextualizar o conteúdo exposto pelo professor com o dia a dia do aluno. Além disso, os discentes tornam-se mais interessados pelas aulas, devido o despertar da curiosidade e caráter investigativo necessário no estudo gerado pelo tema.

Permitir que os alunos tenham vivências e experiências práticas que integrem educação e práticas de campo no contexto da produção vegetal/animal, pode potencializar os resultados educacionais, promovendo maior conexão deles com o meio ambiente e incentivando ações mais responsáveis e sustentáveis. Além disso, os farão também refletir sobre os desafios diários do produtor rural, na tentativa de encontrar alternativas para plantio e manejo de plantas forrageiras para alimentação dos animais produzidos.

Práticas de campo no contexto de escolas na modalidade Casa Familiar Rural, são importantes, porque as aulas desenvolvidas junto aos alunos, os incentiva a reproduzirem essas experiências em suas propriedades rurais, utilizando produtos alternativos, que podem ser fabricados facilmente com materiais existentes na propriedade, sem a dependência de insumos externos e tornando suas produções, viáveis e sustentáveis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aprendizagem pode ser auxiliada pela prática, melhorando hábitos atuais e futuros. Foi observado que a utilização da compostagem como recurso metodológico é bastante relevante para o ensino/aprendizagem dos alunos, visto que além de chamar a atenção deles para a observação dos fenômenos que ocorrem no processo, também é uma maneira dinâmica de contextualização do seu meio, onde os educandos têm a oportunidade de realizar a ruptura com suas concepções alternativas, para a construção de conhecimentos científicos.

Por meio de aulas de campo que envolvam a interação direta de técnicas como a compostagem, os estudantes não apenas adquirem conhecimentos

teóricos, mas também desenvolvem habilidades práticas, senso de compromisso com o meio ambiente e uma compreensão agroecológica mais profunda de suas responsabilidades como futuros profissionais das agrárias.

Figura 6 - Alunos do segundo ano da Casa Familiar rural de Timon-MA, na realização de aulas práticas agroecológicas.



Fonte: (Os autores, 2025).

REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável.** Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000. Disponível em: https://arca.furg.br/images/stories/producao/agroecologia_short_port.pdf Acesso em 12 ago. de 2025.

BUSS, A.; MORETO, C. A prática da compostagem como instrumento no ensino de conteúdos e na Educação Ambiental Crítica. **Revista Monografias Ambientais**, v. 6, 2019.

SOUZA, M. Ação da poluição nos sistemas ambientais. *In*: SOUZA, M. N. (Org.) Tópicos em recuperação de áreas degradadas. Vol. IV. – **Canoas, RS: Mérida Publishers**. p. 26-68. 2022.

17

PRODUÇÃO DE MELANCIA NA EMPRESA *BRAZIL MELON*: UMA EXPERIÊNCIA PRÁTICA

Francisco Lucas da Silva Ferreira
Escola Agrotécnica do Cajueiro (CCHA)

Paulo Cássio Alves Linhares
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Rayane Nunes Gomes
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Maria Lúcia Maurício da Silva
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Diogo Santos Cavalcante
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Arthur Lima de Oliveira
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Francisco Hélio Alves de Andrade
Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA)

Antonia Francisca Lima Cardoso
Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA)

Sharles Gabriel de Souza Borges
Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA)

Shirlenne Ferreira Silva
Universidade Federal da Piauí (UFPI)

10.37885/250820022

RESUMO

Este relato de experiência tem como objetivo descrever as atividades práticas acompanhadas por um Técnico em Agropecuária, na empresa *Brazil Melon* Produção Exportação e Importação LTDA, em Aracati, CE. Foram acompanhadas as ativdades de produção de mudas em viveiro, transplantio para o campo de produção, preparo do solo, manejo da irrigação e uso do *mulching*, colheita e pós-colheita. Ressalta-se a importância do plantio de cultivares de melancia com o implemento de tecnologias para a formação acadêmica em relação à capacitação profissional na área agropecuária. O estágio supervisionado na *Brazil Melon*, permitiu a aquisição de conhecimentos por meio da fundamentação teórica, que redimensiona a prática educativa em busca de novos caminhos para vencer os desafios da resistência que ainda persiste no sistema educacional.

Palavras-chave: *Citrullus lanatus*; exportação; técnico agrícola.

INTRODUÇÃO

A melancia [*Citrullus lanatus* (Thumb.) Matsum. & Nakai] pertencente à família Cucurbitaceae, é cultivada em todo o mundo, considerada cosmopolita (Nascimento *et al.,* 2011). Tem uma expressiva importância no agronegócio brasileiro, sendo cultivada sob irrigação ou em condições de sequeiro (Tavares *et al.,* 2018). Sua classificação botânica apresenta como característica, ser uma espécie herbácea, com ciclo vegetativo anual, apresentando crescimento rasteiro, no qual, desenvolve várias ramificações, podendo chegar até cinco metros de comprimento (Sousa *et al.,* 2019).

No Brasil, os estados de maior produção dessa Cucurbitacea, são o Rio Grande do Sul, São Paulo, Bahia, Rio Grande do Norte, Ceará e Tocantins (Tavares *et al.,* 2018; Oliveira *et al.,* 2019). Porém vale destacar a Região Nordeste, que apresenta condições climáticas favoráveis ao seu cultivo, como temperaturas elevadas e baixa umidade relativa do ar, assim como precipitação pluviométrica, além de alta luminosidade (Oliveira *et al.,* 2019; Sousa *et al.,* 2019).

Além desses fatores ambientais citados, nessa região, o baixo volume pluviométrico, aliado a uma baixa umidade relativa do ar, em relação à outras regiões, são condições adeptas ao seu cultivo, através do cultivo irrigado, favorecendo sua produção durante o ano inteiro (Neri, Freitas e Góes, 2020). Dessa forma, há uma potencialização na produção, o que estabelece a exportação, sendo de grande importância econômica, gerando emprego e renda, nos mais variados setores produtivos, como transporte, o comércio, venda de insumos e etc (Mendonça Júnior, 2015).

Com isto, essa produção é alcançada devido às condições de manejo, como é caso do cultivo sob irrigação, adequados tratos culturais, desde o preparo da área e do solo, correção da sua acidez, quando necessário e adubação química ou orgânica, para o fornecimento dos nutrientes necessários ao seu desenvolvimento fisiológico e produtivo (Sousa *et al.,* 2019).

Assim sendo, este relato de experiência tem por objetivo abordar as etapas e os tratos culturais da produção de melancia, durante estágio supervisionado de um Técnico em Agropecuária, na empresa *Brazil Melon* Produção Exportação e Importação LTDA, em Aracati, CE.

DETALHAMENTO DA EXPERIÊNCIA

Descrição do setor do campo de estágio

O estágio foi iniciado em 02 de agosto de 2022, no Setor de Produção de Melancia, Fazenda *Brazil Melon* pertencente à empresa *Brazil Melon* Produção Exportação e Importação LTDA, na localidade de Mata Fresca, cidade de Aracati, CE (Figura 1). Foram visitados 3 (três) setores da fazenda, e o setor ao qual chamou mais atenção foi de Produção de Melancias, devido à sua importância para a implementação e produção da cultura.

Figura 1 - Localização de satélite da Fazenda *Brazil Melon* (Mata Fresca, Aracati - CE).



Fonte: *Google Maps* (2025).

A empresa trabalha com a produção de duaa variedades de melancia que são a Durlinda e a Krunchy.

Melancia tipo Durlinda

A melancia tipo Durlinda é um fruto sem semente, caracterizada como extra firme, de formato ovulado, com casca tipo *crimson sweet*. Sua coloração é

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

verde escura com bom equilíbrio entre firmeza e qualidade de rendimento. O seu peso médio fica entre 4,5 e 5,5 kg, além de apresentar ótima uniformidade e propagação dos seus frutos, porte médio com alta firmeza e de polpa vermelho intenso e ótimo sabor (Bayer, 2021-Figura 2).

Figura 2 - Polpa de melancia tipo Durlinda (A) e na caixa para transporte (B).

(A) **(B)**



Fonte: autor (2025).

Melancia tipo Krunchy

A melancia tipo Krunchy é um fruto de linha *Topseed Premium*, tem uma boa produtividade, excelente uniformidade de frutos e ótima resistência de polpa. A planta é vigorosa, bem adaptada a região e apresenta excelente cobertura foliar. Seus frutos são arredondados e uniformes mantendo uma boa coloração de casca e ótimo sabor, com média de 10,5° brix (Figura 3).

Figura 3 - Polpa de melancia tipo Krunchy (A) e na caixa para transporte (B).

(A) **(B)**



Fonte: autor (2025).

Manejo de solo e área

Na fazenda de produção, o preparo do solo é dividido em quatro etapas: gradeamento, sulcamento (com distância entre sulcos de 1,9 m), estercamento e cobertura. A montagem de área é composta por um levantamento de sulco, estiramento de mangueiras de gotejamento e batimento de gotejo. Além disso, é realizado a aplicação de herbicida para limpeza completa de plantas invasoras e feito o *mulching* nas mantas para colocar as mudas (Figura 4B).

Figura 4 - Mudas de melancia tipo Krunchy, mostrando o substrato e desenvolvimento radicular (A) e em bandejas de polietileno, prontas para o transplantio e o *mulching* (B).

(A) **(B)**



Fonte: autor (2025).

Semeadura e transplantio

A produção de melancia ocorre com o início de seu semeio, que é feito em bandejas de polietileno, com substrato de fibra de coco, com capacidade máxima de 200 sementes. Após ser feito o semeio, as bandejas são levadas a uma estufa onde é realizado o processo de desenvolvimento e tratamento, com 12 dias de vida e de 10 a 12 cm, a muda é transplantada para o campo (Figura 4A).

As mudas utilizadas, são produzidas em estufa com manejo diário, para permitir que a planta cresça sem problemas com pragas ou doenças, que possam afetar a produtividade, e então são transplantadas ao campo para serem cultivadas no *mulching* (Figura 4B). Após isso, é realizada a colocação dos arcos para sustentar a manta que é posta logo depois destes. As mudas são hidratadas a partir das fitas de gotejamento, já colocadas nos sulcos até o dia

da colheita dos primeiros frutos. De 20 a 25 dias de cultivo é retirada a manta e com mais 10 ou 15 dias começam a aparecer os primeiros frutos.

Colheita

A colheita é realizada manualmente com cerca de 60 dias, dependendo do manejo ofertado, onde o grupo de colheita é composto por 30 pessoas, cada um com seus EPIs (facas, luvas, botas de borracha, roupas de mangas longas e etc.). São divididos em equipe de corte e equipe de carroção, onde os frutos são levados para o *packing house* para a seletiva das melancias que serão levadas ao comércio. Vale ressaltar que é realizada a limpeza do fruto, lavagem, poda dos talos, embalagem, encaixamento e proteção de selo da empresa.

Comercialização

Assim que realizado todo o processo de colheita os frutos são levados ao comércio através de contêineres apropriados para o transporte da fazenda aos portos de distribuição de mercadorias.

DISCUSSÃO

A produção de melancia é importante não apenas para os produtores locais, mas pra toda a comunidade em geral, por gerar emprego e renda, movimentando o comércio. Essa hortaliça-fruto apresenta grande importância para a região Semiárida do Brasil, necessitando de manejo adequado, destacando os cuidados com o preparo do solo, adubação, irrigação, controle fitossanitário, colheita e pós-colheita (Oliveira *et al.,* 2019; Sousa *et al.,* 2019).

O Semiárido brasileiro, apesar de apresentar características de clima quente e seco, com baixa precipitação pluviométrica, tem uma boa adaptabilidade da cultura nessa região, devido ao manejo adequado dos fatores de produção (Nóbrega *et al.,* 2020; Oliveira *et al.,* 2022). As práticas de manejo descritas neste relatório de vivências de um estagiário, são fundamentais para a qualificação profissional do mesmo, pois mostra na prática a futura atuação desse profissional, no meio agropecuário. Dentre as práticas de manejo, o preparo do

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

solo é muito importante, pois é onde começa toda a produção, sendo a base do sistema. Um ótimo preparo do solo, como aração e gradagem, deixa o solo apto a produzir de forma eficiente (Monteiro *et al.,* 2017), como foi mencionado nas vivências práticas realizadas durante o estágio.

De outra forma, a adubação também é fundamental, para que se alcance uma produção dentro do esperado de acordo com o potencial genético da cultura. A nutrição mineral é uma prática essencial na produção agronômica e para a cultura da melancia, torna-se fundamental para produzir frutos maiores e com maior acúmulo de açúcares (Marschner, 2012), como foi destacado no teor de açúcares da melancia produzida pela empresa em destaque, que é uma característica exigida pelo mercado consumidor.

A irrigação também é uma prática de manejo primordial para a obtenção de frutos de melancia com alta qualidade. O fornecimento adequado da água é importante para o ótimo desenvolvimento da cultura e consequentemente, sua produção, por ser fundamental para o potencial de turgor da planta, absorção de nutrientes e translocação de solutos, controle da temperatura foliar entre outras funções (Taiz *et al.,* 2017).

Outra prática de manejo que foi evidenciado neste relatório prático é o *mulching*, que é uma técnica que favorece o desenvolvimento da planta. Esta técnica é fundamental para deixar as plantas de melancia livre de plantas daninhas, além de promover maior eficiência do uso da água, por diminuir a evaporação da água do solo (Costa, 2017).

Contudo, dentre as práticas de manejo relatadas, a colheita e o manejo pós-colheita tornam-se fundamental para colocar no mercado frutos com qualidade. A colheita sendo realizada no ponto certo, atingindo o período de maturidade fisiológica é importante para o maior acúmulo de açúcares (Oliveira *et al.,* 2022), como expresso em graus brix, uma característica ideal para a exportação dos frutos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ressalta-se a importância do plantio de cultivares de melancia com o implemento de tecnologias para a formação acadêmica em relação à capacitação profissional na área agropecuária.

O estágio supervisionado na *Brazil Melon*, permitiu a aquisição de conhecimentos por meio da fundamentação teórica, que redimensiona a prática educativa em busca de novos caminhos para vencer os desafios da resistência que ainda persiste no sistema educacional.

Além disso, conhecer a prática e as atividades de campo dos trabalhadores da empresa, proporcionou melhor entendimento do conhecimento adquirido no curso técnico, o que faz abrir a mente como profissional recém-formado e ir em busca de uma oportunidade no mercado de trabalho.

REFERÊNCIAS

BAYER. Vegetables Brasil - **Melancia Durlinda**. 2021. Disponível em: https://www.vegetables.bayer.com/br/pt-br/produtos/melancia/details.html/watermelon_durlinda_brazil_seminis_all_opepro_all.html#:~:text=Melancia%20de%20fruto%20sem%20semente,entre%20firmeza%2C%20qualidade%20e%20rendimento.. Acesso em: 18 de agosto de 2025.

COSTA, N. D. (Ed.) **Coleção Plantar**: Melão. 3 ed. Brasília: Embrapa, 2017. 191p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. third ed. Academic Press, London, 2012.

MENDONÇA JÚNIOR, A. F. **Crescimento, produção e qualidade de melão e melancia cultivadas sob extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (L.)**. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN. 2015. 126 f.: il.

MONTEIRO, M. A. C. *et al.* Efeito do preparo do solo com diferentes implementos sobre a resistência do solo à penetração. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 2, p. 63-68, 2017.

NASCIMENTO, I. R. *et al.* Taxonomia e sistemática, centro de origem e morfologia da melancia. *In*: SANTOS, G. R.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Tecnologias para produção sustentável da melancia no Brasil**. Gurupi: Universidade Federal do Tocantins, 2011. cap. 1, p. 11-18.

NERI, D. K. P.; FREITAS, M. V. P.; GÓES, G. B. Extratos vegetais no controle da mosca-branca em melancia. **Holos**, v. 36, n. 4, p. 1 - 14, 2020.

NÓBREGA, J. S. *et al.* Salinidade e ácido salicílico no desenvolvimento inicial de melancia. **Revista Desafios**, v. 7, n. 2, p. 162-171, 2020.

OLIVEIRA, M. M. T. *et al.* Qualidade de frutos de híbridos de melancia com sementes. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 118, n. 1, p. 77 - 83, 2019.

OLIVEIRA, Z.V.S.R. *et al.* Trocas gasosas e análises bioquímicas em variedades de melancia sob cultivo orgânico no semiárido nordestino. **Scientia Plena**, v. 18, n. 9, 090202, 2022.

SOUSA, V. F. *et al.* **Tecnologias para a produção de melancia irrigada na Baixada Maranhense**. São Luís: Embrapa Cocais, 2019. 139 p.: il.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 857 p.

TAVARES, A. T. *et al.* Aptidão agronômica de genótipos de melancia no sul do estado do Tocantins. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 14, n.1, p. 59 - 64, 2018.

18

EXIGÊNCIAS DE AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS PARA TAMBAQUI (*Colossoma macropomum* Cuvier 1818)

Antonia Francisca Lima Cardoso
Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA)

Sharles Gabriel de Souza Borges
Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA)

Francisco Hélio Alves de Andrade
Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA)

Shirlenne Ferreira Silva
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Paulo Cássio Alves Linhares
Universidade Federal de Campina Grande

João Henrique Barbosa da Silva
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Rômulo Jordão Neves Aroucha

Cledson Gomes de Sá
Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR)

10.37885/250920041

RESUMO

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) consolida-se como a principal espécie nativa da piscicultura brasileira, demandando pesquisas que aprimorem sua nutrição para maior eficiência produtiva e sustentabilidade. Objetivou-se compilar e analisar as exigências de aminoácidos digestíveis estabelecidas para a espécie, com ênfase nos aminoácidos limitantes em dietas práticas. Os resultados indicam variação nas exigências de lisina (1,56% a 1,78%), metionina+cistina (0,858% a 1,12%), treonina (1,040% a 1,102%), triptofano (0,323% a 0,373%) e valina (0,91% a 1,19%) em função do estágio de vida do animal. Conclui-se que a aplicação do conceito de proteína ideal, utilizando a lisina como referência e suplementando aminoácidos sintéticos, é uma estratégia fundamental para a formulação de rações de baixo teor proteico, reduzindo custos e a excreção de nitrogênio, sem comprometer o desempenho zootécnico. Recomenda-se a condução de mais estudos para estabelecer exigências em todas as fases de criação, em particular para aminoácidos menos pesquisados como a valina.

Palavras-chave: Nutrição de Peixes; Proteína Ideal; Aminoácidos Limitantes; Aquicultura Sustentável

INTRODUÇÃO

A piscicultura é uma atividade que tem crescido no Brasil, tal expansão se deve à grande disponibilidade de recursos hídricos, condições climáticas favoráveis, variedade de espécies adaptadas ao cultivo em cativeiro, com destaque para tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*), carpa (*Cyprinus* sp.) e pirarucu (*Arapaima gigas*), e à disponibilidade de diversos ingredientes para formulação de rações (NASCIMENTO *et al.*, 2024, PEIXE BR, 2025).

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) se destaca como a espécie nativa mais criada no Brasil, alcançando uma produção de aproximadamente 113.644 toneladas em 2023 (IBGE, 2023). O cultivo crescente desta espécie pode ser justificado pelo seu elevado potencial de crescimento, adaptação a sistemas de criação intensivo, facilidade de aquisição de alevinos, qualidade do filé e ampla aceitação do mercado (ARIDE *et al.*, 2017; HILSDORF *et al.*, 2022).

Durante a fase de produção, a alimentação é responsável por cerca de 70% do custo total, e a proteína é o nutriente mais caro, e o mais importante na nutrição de peixes devido a sua relação direta com o ganho de peso, participação na formação de tecido magro, enzimas e hormônios, além de ser utilizada como fonte secundária de energia (AMER *et al.*, 2020). No entanto, os peixes não possuem uma exigência verdadeira em proteína, requerem uma dieta balanceada em aminoácidos essenciais e não essenciais (WILSON, 2002; HOSEINI *et al.*, 2020)

Atualmente são conhecidos 22 aminoácidos e 10 deles são considerados dieteticamente essenciais na nutrição de peixes, são eles: histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, arginina, fenilamina, triptofano, treonina e valina (Xing *et al.*, 2023; NRC, 2011; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2017). A composição da dieta, bem como, a forma química dos aminoácidos utilizados e fatores biológicos como, espécie e fase de criação, afetam a eficiência de utilização dos aminoácidos (NRC, 2011).

A determinação da exigência dos aminoácidos possibilita a formulação de dietas completas, reduzindo a necessidade de utilização de dietas com excesso de aminoácidos para suprir a exigência daqueles mais limitantes (CRUZ *et al.*, 2021). Apesar do enfoque dado à determinação da exigência de aminoácidos

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

na nutrição de peixes, poucos trabalhos de pesquisa têm sido encontrados com recomendações dietéticas para tambaqui. Determinar a exigência de aminoácidos para tambaqui trará um grande impacto na economia e na sustentabilidade da piscicultura brasileira. Esta revisão traz um apanhado geral dos dados encontrados em periódicos especializados referentes às exigências de aminoácidos para tambaqui

TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)

Tambaqui é uma espécie neotropical de água doce, pertencente à família Serrasalmidae, conhecidos popularmente como o grupo dos peixes redondos. A espécie em questão é nativa das bacias dos rios Amazonas e Orinoco, também encontrada em outros países da América Latina, e vem se difundindo em outras regiões devido ao crescimento da aquicultura (Louis *et al.*, 2022). Possui hábito alimentar onívoro com tendência a herbívoro, frugívoro e filtrador, capaz de digerir proteína de origem vegetal e animal, viabilizando a utilização de rações comerciais na sua criação (NUNES *et al.*, 2006).

Possui hábito diurno e se desenvolve bem em regiões de clima quente (MORAES; O'SULLIVAN, 2017). Em cativeiro, demostra maior desenvolvimento em águas com temperatura entre 25 e 30°C, alcalinidade e dureza superiores a 30 mg/L (IZEL *et al.*, 2014) e pH na faixa de 4,0 a 6,5 (ARIDE *et al.*, 2004). Em situações de hipóxia desenvolve adaptações morfológicas, com o aumento do lábio inferior para possibilitar maior captura de oxigênio na superfície (DAIRIKI; SILVA, 2011).

Segundo Dairiki e Silva (2011), o cultivo de tambaqui é dividido nas fases de larvicultura, juvenil e engorda. A fase de larvicultura encerra quando os peixes atingem de 0,5g a 1,0g, com duração de 30 a 40 dias; na fase juvenil, os peixes permanecem até atingir de 40g a 50g e dura em média 60 dias; a fase de engorda é a etapa final do ciclo de produção, sua duração vai depender do sistema de produção adotado e do peso ao abate definido pelo produtor.

Estudos têm sido realizados abordando uma diversidade de informações sobre essa espécie, tais como qualidade da água, densidade de estocagem, adaptação a diferentes sistemas de produção, manejo alimentar e reprodução (CRUZ *et al.*, 2024; FARIAS *et al.*, 2021; GARCEZ, *et al.*, 2021; QUIRINO *et al.*, 2024; AMANAJÁS; VAL, 2023; LENZ *et al.*, 2018). No entanto, a consolidação

de sua tecnologia de cultivo ainda precisa ser aprimorada, principalmente em relação à nutrição, tais informações são cruciais para o desenvolvimento da espécie com uma produção mais eficiente e sustentável.

PROTEÍNA E AMINOÁCIDOS

Proteínas são compostos quimicamente semelhantes, entretanto, fisiologicamente distintos, formados por unidades básicas chamadas aminoácidos e desempenham um papel crucial na nutrição de peixes (Amer *et al.*, 2020). Tem participação importante no controle metabólico, formação de enzimas e hormônios, transporte e armazenamento de gorduras e minerais, possui função estrutural e protetora, e atua como fonte secundária de energia (BERTECHINI, 2004; DEVLIN, 2007).

Estudos têm sido realizados com o intuito de reduzir os teores de proteína das dietas, porém, a redução pode prejudicar o desempenho dos animais, é necessário garantir que os aminoácidos estejam sendo fornecidos de forma a atender as exigências (FURUYA *et al.*, 2005; BOSCOLO *et al.*, 2011), uma vez que os animais não possuem exigência de proteína e sim de uma dieta equilibrada em aminoácidos (WILSON, 2002; Li *et al.*, 2019).

Rações com excesso de proteína promovem o catabolismo de aminoácidos, resultando em um maior gasto energético e aumento de excreção de nitrogênio na água, principal fonte de poluição (BOMFIM *et al.*, 2008; DAIRIKI; SILVA, 2011). Em contrapartida, rações com baixos níveis de proteína limitam a utilização dos aminoácidos, ocasionando a diminuição da deposição de proteína corporal, afetando assim o desempenho zootécnico (BOMFIM, 2013).

Para reduzir os riscos de dietas deficientes ou com excesso de proteína, tem sido utilizado como alternativa a formulação de rações com baixos níveis proteicos, suplementadas com aminoácidos industriais, com base no conceito de proteína ideal (BOMFIM, 2013).

O conceito de proteína ideal pode ser entendido como o balanceamento preciso dos aminoácidos, essenciais e não essenciais, de acordo com a exigência dos animais, expressos em relação a um aminoácido referência, a lisina, partindo do princípio de que embora a exigência dos aminoácidos seja diferente, a relação entre eles permanece estável (FURUYA *et al.*, 2005; BOMFIM *et al.*,

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

2008). É essencial que se conheça a digestibilidade de cada aminoácido para que este conceito se aplique de forma correta, uma vez que, o coeficiente de digestibilidade pode variar de acordo com a fonte proteica (BOMFIM *et al.*, 2010; FURUYA *et al.*, 2010).

A aplicação do conceito de proteína ideal contribui para uma produção mais sustentável, visto que, a suplementação adequada de aminoácidos sintéticos possibilita a redução da excreção de nitrogênio na água, além de possibilitar melhor desempenho produtivo e promover a redução nos custos pela diminuição dos teores de proteína (FURUYA *et al.*, 2005).

DETERMINAÇÃO DA EXIGÊNCIA DE AMINOÁCIDOS NA PISCICULTURA

Para determinar a exigência de aminoácidos para peixes têm-se utilizado os métodos fatorial e dose resposta. O método fatorial parte do princípio de que o animal necessita de aminoácidos para a manutenção dos processos vitais e para o crescimento, neste método a exigência é estimada para cada finalidade e o requerimento total é obtido pela soma dessas exigências. O método dose--resposta é baseado na resposta do animal frente a diferentes concentrações do aminoácido em estudo (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

O método dose-resposta é comumente utilizado para estimar a exigência de aminoácidos para peixes (Martins, *et al.*, 2024; ROSTAGNO *et al.*, 2017; MARCHÃO *et al.*, 2020), por ser mais prático e de fácil execução. Um aspecto importante a ser considerado neste método é a técnica utilizada na formulação das dietas experimentais, podendo afetar na resposta do animal (SIQUEIRA *et al.*, 2013; SOUSA *et al.*, 2021).

A técnica da suplementação é a mais utilizada na formulação de dietas experimentais para determinar a exigência de aminoácidos (BICUDO *et al.*, 2009; BOMFIM, *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2018), consiste na formulação de uma dieta basal de acordo com a exigência do animal, com exceção do aminoácido em estudo, que é suplementado, na forma sintética, em níveis crescentes na dieta basal. A técnica da diluição de dietas foi proposta por Fisher & Morris (1970) como uma técnica alternativa à da suplementação, e consiste na diluição sequencial de uma dieta com alto teor de proteína (dieta referência) em uma

dieta isenta de proteína, obtendo assim dietas com níveis intermediários do aminoácido testado.

AMINOÁCIDOS NA NUTRIÇÃO DE PEIXES

Nutricionalmente, a classificação dos aminoácidos é dada em aminoácidos essenciais e aminoácidos não essenciais. Os essenciais não podem ser sintetizados pelo organismo dos animais, ou possuem uma baixa velocidade de síntese endógena, estes necessariamente devem estar presentes na dieta. Enquanto os não essenciais podem ser sintetizados a partir de outro aminoácido ou nutriente presente na ração. Há também aqueles aminoácidos condicionalmente essenciais, são essências apenas em alguma fase da vida dos animais (BERTECHINI, 2004; Furuya *et al.*, 2023).

Atrelado ao papel de formação de blocos de proteínas, os aminoácidos desempenham uma diversidade de funções metabólicas (NRC, 2011). Atuam na síntese de hormônios, enzimas e neurotransmissores, são intermediários metabólicos (a exemplo, acetato e piruvato), precursores para a biossíntese de moléculas estruturais, e também podem ser catabolizados e utilizados como fonte de energia (HALVER; HARDY, 2002; Xing *et al.*,2023).

As proporções ideais de aminoácidos, especialmente dos essenciais, devem ser mantidas nas rações de peixes para viabilizar a síntese de proteínas, carboidratos e lipídeos, proporcionando crescimento muscular adequado e melhor eficiência de utilização da ração (Cruz *et al.*, 2021; OLIVEIRA *et al.*, 2021). Deficiência ou excesso de aminoácidos essenciais podem afetar a relação e interação entre eles, causando desbalanceamento, quadros de toxidade ou antagonismo (Cruz *et al.*, 2021; Furuya *et al.*, 2023).

Para que os aminoácidos sejam suplementados de forma adequada em dietas para peixes, se faz necessário o conhecimento da exigência de cada aminoácido essencial, em especial os mais limitantes (Cruz *et al.*,2021; Xing *et al.*,2023). As exigências de alguns aminoácidos foram recomendadas em estudos com tambaqui, como pode ser observado na tabela 1.

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

Tabela 1– Recomendações de exigência de aminoácidos digestíveis para tambaqui

Aminoácido	Faixa de peso (g)	Recomendação	Fonte
Lisina	0,34 a 5	1,78%	Silva et al. (2018)
	1,6 a 38	1,61%	Teixeira et al. (2020)
	22 a 40	1,58%	Marchão et al. (2020)
	33 a 70	1,56%	Liebl et al. (2022)
	184 a 270	1,74%	Martins et al (2024)
Triptofano	2 a 30	0,323%	Bomfim et al. (2020)
	120,44	0,342 a 0,373%	Marchão et al., (2023)
Treonina	2 a 17	1,102%	Firmo et al. (2018)
	120,44 a 382,03	1,040 a 1,080%	Marchão et al. (2022)
Valina	121 a 277	0,91%	Silva et al. (2022)
	33 a 83	1,19%	Silva et al. (2022)
Metionina + Cistina	0,28 a 9,34	1,12%	Souza et al. (2019)
	55 a 118	0,920%	Aroucha et al. (2023)
	89,52 a 150	0,858 a 0,929%	Rocha et al., (2023)

Lisina

A lisina é o primeiro aminoácido limitante em dietas formuladas com base em alimentos de origem vegetal (Furuya *et al.*, 2023), e o aminoácido encontrado em maior proporção na carcaça dos peixes, sendo requerido em maiores quantidades na ração (NRC, 2011; PORTZ; FURUYA, 2016;).

No organismo, as principais funções da lisina são formação de tecidos muscular e ósseo, atua também na constituição de enzimas digestivas, colágeno, histonas, elastina e é precursor da carnitina (SILVA *et al,* 2012). A suplementação de lisina tem relação direta com o desempenho, promove o ganho de peso, melhora a conversão alimentar e maximiza a retenção de nitrogênio (Liebl *et al.*, 2022; Furuya *et al.*, 2006; BOTARO *et al.*, 2007).

A determinação da exigência de lisina pode ser o ponto de partida para a formulação de dietas balanceadas, uma vez que é o aminoácido utilizado como referência no conceito de proteína ideal para estimativas de exigência de proteína e aminoácidos (WILSON, 2003; FURUYA *et al.*, 2023). Esta função lhe foi

atribuída por ser um aminoácido essencial utilizado quase exclusivamente para síntese de proteína corporal, ser analisado de forma rápida e por apresentar um baixo custo para obtenção na sua forma industrial (FURUYA *et al.*, 2005).

A exigência de lisina para tambaqui foi estimada em 1,78% de lisina digestível para a fase de 0,34 a 5 gramas (SILVA *et al.*, 2018). Porém, para a fase de 1,6 a 38 gramas a necessidade de lisina foi estimada em 1,61% (TEIXEIRA *et al.*, 2020). Marchão *et al.* (2020) estudando a mesma espécie determinaram a exigência em 1,58% de lisina digestível para a fase de 22 a 40 gramas, resultado semelhante ao obtido por Liebl *et al.* (2022) com recomendação de 1,56% de lisina digestível para tambaqui de 33 a 70 gramas. Em um estudo realizado por Martins *et al.* (2024), a exigência de lisina para tambaqui de 184 a 270 gramas foi estimada em 1,74%.

Embora haja informações na literatura sobre a exigência de lisina para diversas espécies de peixe, inclusive para o tambaqui, ressalta-se que a exigência de aminoácidos varia de acordo com a idade do animal (NRC, 2011), sendo necessário a realização de estudos para a determinação da exigência nas diferentes fases de criação.

Metionina + Cistina

A metionina e a cistina, frequentemente consideradas em conjunto devido à capacidade de conversão da metionina em cistina, são aminoácidos sulfurados de suma importância na dieta de peixes (NRC, 2011, Furuya *et al.*, 2023). A metionina é um aminoácido essencial, sua principal função é atuar como um dos blocos construtores de proteínas, sendo indispensável para a síntese proteica corporal e, consequentemente, para o crescimento animal. A cistina, por sua vez, é um aminoácido não essencial, juntamente com a metionina, a cistina é crucial para a formação de proteínas e para a manutenção da integridade estrutural de tecidos (NRC, 2011).

Estudos consolidados demonstram que as necessidades de metionina e cistina para tilápias estão bem definidas (Furuya *et al.*, 2023), no entanto, para tambaqui ainda há lacunas a serem preenchidas. Em um estudo realizado por Souza *et al.* (2019) com tambaqui na faixa de peso entre 0,28 a 9,34 gramas, a exigência de metionina mais cistina foi estimada em 1,12%, e a relação metionina

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

mais cistina: lisina foi de 64,8%. Para a fase de 55 a 118 gramas, a exigência foi estimada em 0,920% de metionina mais cistina (0,297 g/Mcal), equivalendo a 3,51 % de proteína bruta da dieta, proporcionando maior deposição de proteína corporal (Aroucha *et al.*, 2023). Rocha *et al.* (2023), recomendam os níveis de 0,858% a 0,929% de metionina mais cistina em dietas para tambaqui por proporcionar melhores parâmetros hepáticos, deposição corporal e crescimento.

Treonina

A treonina é um aminoácido essencial na nutrição de peixes, sendo fundamental para o crescimento, saúde intestinal e resposta imune. Como os peixes não conseguem produzi-la metabolicamente, sua inclusão na dieta é obrigatória para garantir o desenvolvimento adequado (NRC, 2011). Vale destacar ainda que, a treonina é um dos aminoácidos mais limitantes em ingredientes comumente utilizados em dietas para peixes (Marchão *et al.*, 2022)

Estudos indicam que a treonina participa ativamente da síntese de proteínas musculares, contribuindo para o ganho de peso, além de ser precursora da mucina, uma proteína que protege o revestimento intestinal e melhora a absorção de nutrientes (Li; Wu, 2020; Dong *et al.*, 2022). Além disso, pesquisas demonstram que níveis inadequados desse aminoácido podem prejudicar o sistema imunológico, aumentando a suscetibilidade a doenças (Kumar *et al.*, 2020).

As exigências nutricionais de treonina variam conforme a espécie e fase de crescimento (NRC, 2011). Em um estudo realizado por Firmo *et al.* (2018) a exigência de treonina para tambaqui com faixa de peso entre 2 e 17 gramas foi estimada em 1.102%. Para a fase de engorda (120.44 – 382.03), o tambaqui requer entre 1.040 e 1.080% de treonina (Marchão *et al.*, 2022). Não há muitos trabalhos publicados em periódicos especializados abordando a exigência de treonina para tambaqui, ressaltando a importância de mais estudos nessa área.

Triptofano

O triptofano é um aminoácido essencial de grande relevância na nutrição de peixes, atuando como precursor de metabólitos importantes, como a serotonina e a melatonina, que regulam o crescimento, o estresse e o comportamento

alimentar (Sahu *et al.*, 2020; Hoseini *et al.*, 2019). Além disso, participa da síntese proteica, sendo fundamental para o desenvolvimento muscular e a manutenção da saúde dos peixes (NRC, 2011).

Dentre os aminoácidos essenciais, o triptofano se destaca por ser um dos aminoácidos limitantes em fontes alternativas de farinha de peixe (NRC, 2011). A suplementação de triptofano também tem sido associada à redução do comportamento agressivo em peixes, revelando, assim, potencial para otimizar o bem-estar (Vieira *et al.*, 2021), o crescimento e a eficiência alimentar (Bomfim *et al.*, 2020).

A exigência de triptofano para alevinos de tambaqui (2 a 30 gramas) foi estimada em 0,323% na dieta (0,108%/Mcal ED) e uma relação triptofano:lisina digestível de 18%, resultando em melhor deposição de proteína corporal (Bomfim *et al.*, 2020). Na fase de engorda, a exigência de triptofano foi estimada entre 0,342% e 0,373% da dieta (1,18–1,29% de proteína dietética), proporcionando melhor crescimento e deposição corporal (Marchão *et al.*, 2023).

Valina

A valina **é** um aminoácido essencial, em dietas convencionais para peixes pode ser limitante, conforme demonstrado por Rodrigues *et al.* (2020). Juntamente com a leucina e a isoleucina, a valina faz parte do grupo dos aminoácidos de cadeia ramificada, que são particularmente importantes no metabolismo energético e na síntese proteica (Ahmad *et al.*, 2021). Sua função primária reside na construção e reparo de tecidos musculares, sendo um componente chave para o crescimento e desenvolvimento adequado dos peixes (Silva *et al.*, 2022).

A exigência nutricional de valina varia consideravelmente entre as diferentes espécies de peixes e suas fases de desenvolvimento. Estudos têm sido realizados para determinar os níveis ótimos de valina em dietas para diversas espécies de interesse na aquicultura (Ahmad *et al.*, 2021; Zhou *et al.*, 2020; Xu *et al.*, 2022). Para tambaquis com peso corporal entre 33,0 g e 83,0 g, a exigência ótima de valina foi estimada em 11,9 g/kg da dieta. Para peixes maiores, com peso entre 121,0 g e 277,0 g, a exigência foi de 9,1 g/kg da dieta (Silva *et al.*, 2022).

Apesar da reconhecida importância da valina, a literatura científica ainda apresenta uma carência de informações detalhadas sobre a exigência específica

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

desse aminoácido para o tambaqui. Essa lacuna de conhecimento aponta para a necessidade premente de mais pesquisas e insights aprofundados que possam subsidiar a otimização das formulações dietéticas, garantindo a saúde e o crescimento ideal da espécie e, consequentemente, a eficiência da produção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A determinação das exigências de aminoácidos para o tambaqui é fundamental para o avanço de uma piscicultura nacional mais eficiente e sustentável. Este trabalho sintetiza o conhecimento atual, demonstrando que, embora existam dados consolidados para alguns aminoácidos e fases de criação, como a lisina para juvenis, há uma carência significativa de informações para outras fases (como a de engorda) e para aminoácidos como a valina. A aplicação prática dessas recomendações, através do conceito de proteína ideal, permite a formulação de dietas de menor custo e menor impacto ambiental. Portanto, investimentos em pesquisa para preencher essas lacunas e validar esses parâmetros em condições de campo são essenciais para maximizar o potencial produtivo do tambaqui e consolidar sua posição no mercado.

REFERÊNCIAS

AHMAD, Ishtiyaq; AHMED, Imtiaz; DAR, Nazir A. Dietary valine improved growth, immunity, enzymatic activities and expression of TOR signaling cascade genes in rainbow trout, Oncorhynchus mykiss fingerlings. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 22089, 2021. https://doi.org/10.1038/s41598-021-01142-4

AMANAJÁS, Renan Diego; VAL, Adalberto Luis. Thermal biology of tambaqui (*Colossoma macropomum*): General insights for aquaculture in a changing world. **Reviews in Aquaculture**, v. 15, n. 2, p. 480-490, 2023. https://doi.org/10.1111/raq.12732

AMER, Shimaa A. ***et al.*** Impact of partial substitution of fish meal by methylated soy protein isolates on the nutritional, immunological, and health aspects of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* fingerlings. **Aquaculture**, v. 518, p. 734871, 2020. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734871

ARIDE, P. H. R.; OLIVEIRA, A. M.; BATISTA, R. B.; FERREIRA, M. S.; PANTOJA-LIMA, J.; LADISLAU, D. S.; CASTRO, P. D. S.; OLIVEIRA, A. T. Changes on physiological parameters of tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed with diets supplemented with Amazonian fruit Camu camu (*Myrciaria dubia*). **Brazilian Journal of Biology**, 78, 360-367, 2017.

ARIDE, P. H. R.; R. E ROUBACH e A. L. VAL. Water pH in central Amazon and its importance for tambaqui (*Colossoma macropomum*) culture. **World Aquaculture**, 35, p. 24-27,2004.

Aroucha, R. J. N., Ribeiro, F. B., Bomfim, M. A. D., de Siqueira, J. C., Marchão, R. S., & do Nascimento, D. C. N. (2023). Digestible methionine plus cystine requirement in tambaqui (*Colossoma macropomum*) diets: Growth performance and plasma biochemistry. *Aquaculture Reports*, *32*, 101725. https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2023.101725

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogátricos.** Lavras: Editora UFLA/FAEP, 2004. p. 16-61.

BICUDO, A. J. A.; SADO, R. Y.; CYRINO, J. E. P. Dietary lysine requirement of juvenile pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887**). Aquaculture**, 297, P. 151–156, 2009.

BOMFIM, M. A. D. Estratégias nutricionais para redução das excreções de nitrogênio e fósforo nos sistemas de produção de peixes no Nordeste: sustentabilidade ambiental e aumento da produtividade. **Revista científica de produção animal**, Areia, v. 15, n. 2, p. 122-140, 2013.

BOMFIM, M. A. D.; D.; LANNA, E. A. T.; DONZELLE, J. L.; QUADROS, M.; RIBEIRO, F. B.; SOUZA, M. P. Níveis de lisina, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 1, p. 1-8, 2010.

BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; DONZELLE, J. L.; ABREU, M. L. T.; RIBEIRO, F. B.; QUADROS, M. Redução de proteína bruta com suplementação de aminoácidos, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 10, p. 1713-1720, 2008.

BOMFIM, M. A. D.; MARCHÃO, R. S.; RIBEIRO, F. B.; SIQUEIRA, J. C.; SILVA, L. R.; TAKISHITA, S. S. Digestible tryptophan requirement for tambaqui (*Colossoma macropomum*) fingerlings. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, n. 2, e20196724, 2020.

BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A.; FREITAS, J. M. A.; BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A. Nutrição de peixes nativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, p.145-154, 2011.

BOTARO, D.; FURUYA, W.M.; SILVA, L.C.R.; SANTOS, L.S.; SILVA, T.S.C.; SANTOS, E V.G. Redução da proteína da dieta com base no conceito de proteína ideal para tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) criadas em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia,** 36: 517-525, 2007.

CRUZ, T. P. *et al.* Growth performance, amino acid retention and mRNA levels of mTORC1 signaling pathway genes in Nile tilapia fingerlings fed protein-bound and crystalline amino acids. Aquaculture, v. 543, p. 736953, 2021. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736953

DA SILVA QUIRINO, Éden Felipe *et al.* Qualidade física em rações para aquicultura de Tambaqui. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 7, n. 2, p. e69575-e69575, 2024. https://doi.org/10.34188/bjaerv7n2-058

DAIRIKI, J. K.; SILVA, T. B. A. Revisão de literatura: exigências nutricionais do tambaqui – compilação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros. **Embrapa Amazônia Ocidental**, Documentos, 91, 44p. 2011.

DE SOUSA CRUZ, Tatiane *et al.* QUALIDADE DA ÁGUA E DESEMPENHO DE TAMBAQUI EM PRODUÇÃO INTEGRADO AO CULTIVO DE CAPIM FLORALTA E AMENDOIM FORRAGEIRO. **AGRI-ENVIRONMENTAL SCIENCES**, v. 10, n. 1, p. 9-9, 2024. https://doi.org/10.36725/agries.v10i1.8730

DEVLIN, T. M. Manual de bioquímica com correlações químicas. 6ed. São Paulo: **Editora Bucher**, 2007, p. 316.

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

DONG, Yu-Wen *et al.* Nutritional digestion and absorption, metabolism fates alteration was associated with intestinal function improvement by dietary threonine in juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). **Aquaculture**, v. 555, p. 738194, 2022. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738194

FARIAS, Flávia Dayane Félix *et al.* Desempenho zootécnico de tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) em diferentes densidades. **Agrariae Liber**, v. 3, n. 1, p. 1-6, 2021. https://doi.org/10.6008/CBPC2674-6476.2021.001.0001

FIRMO, D. S.; BOMFIM, M. A. D.; RIBEIRO, F. B.; SIQUEIRA, J, C.; LANNA, E. A. T.; TAKISHITA, S. S.; SOUSA, T. J. R.; PORTO, N. G. Threonine to lysine ratio in diets of tambaqui juveniles (*Colossoma macropomum*)**. Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 39, n. 5, p. 2169-2180, 2018.

FISHER, C.; MORRIS, T. R. The determination of the methionine requirements of laying pullets by a diet dilution technique. **British Poultry Science**, Abington, v. 11, p. 67-82, 1970.

FURUYA, W. M.; BORATO, D.; MACEDO, R. M. G.; SANTOS, V. G.; SILVA, L. C. R.; SILVA, T. C.; FURUYA, V. R. B.; SALES, P. J. P. Aplicação do conceito de proteína ideal para redução dos níveis de proteína em dietas para tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1443-1441, 2005.

FURUYA, W. M.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; BOSCOLO, W. R.; CYRINO, J. E. P.; FURUYA, V. R. B.; FEIDEN, A. **Tabelas brasileiras para nutrição de tilápias**. TOLEDO: GFM, 2010. 100p.

FURUYA, W. M.; SANTOS, V. G.; SILVA, L. C. R.; FURUYA, V. R. B.; SAKAGUTI, E. S. Exigência de lisina digestível para juvenis de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 937-942, 2006.

FURUYA, Wilson Massamitu; CRUZ, Thais Pereira da; GATLIN III, Delbert Monroe. Amino acid requirements for nile tilapia: An update. **Animals**, v. 13, n. 5, p. 900, 2023. https://doi.org/10.3390/ani13050900

GARCEZ, Jânderson Rocha *et al.* Cultivo de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques-rede: Aspectos técnicos. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e45810817560-e45810817560, 2021. http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17560

HALVER, J. E.; HARDY, R. W. Nutrient flow and retention. *In*: HALVER, J. E.; HARDY, R. W. (Ed.). **Fish nutrition.** 3. ed. San Diego: Academic Press, 2002. p. 755-770.

HILSDORF, Alexandre Wagner Silva *et al.* The farming and husbandry of *Colossoma macropomum*: From Amazonian waters to sustainable production. **Reviews in Aquaculture**, v. 14, n. 2, p. 993-1027, 2022. https://doi.org/10.1111/raq.12638

HOSEINI, Seyyed Morteza *et al.* Roles of arginine in fish nutrition and health: insights for future researches. **Reviews in Aquaculture**, v. 12, n. 4, p. 2091-2108, 2020. https://doi.org/10.1111/raq.12424

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pecuária, 2020**. Disponível em: < https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/pesquisa/18/16459. Acesso em: 10 dezembro. 2021.

IZEL, A. C. U.; CRESCENCIO, R.; O'SULLIVAN, F. L. A; CHAGAS, E. C.; BOIJINK, C. L. Cultivo do tambaqui no Amazonas. **ABC da Agricultura Familiar**, 36, 51 p. Embrapa, 2014.

KUMAR, Sudhir; CHOUBEY, Abhay Kumar; SRIVASTAVA, Praveen Kumar. The effects of dietary immunostimulants on the innate immune response of Indian major carp: A review. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 123, p. 36-49, 2022. https://doi.org/10.1016/j.fsi.2022.02.039

LENZ, D. R.; VICTORIO, A. M.; LIMA, M. C. C.; PRADO, T. F.; PAULA, F. G.; MEIRINHOS, M. L. G.; ARNHOLD, E. Caracterização do sêmen de tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante período reprodutivo. **Revista de Ciências Agroveterinárias** 17(4), 2018.

LI, Ling-Yu ***et al.*** The metabolic regulation of dietary L-carnitine in aquaculture nutrition: present status and future research strategies. **Reviews in Aquaculture**, v. 11, n. 4, p. 1228-1257, 2019. https://doi.org/10.1111/raq.12289

LI, Peng; WU, Guoyao. Composition of amino acids and related nitrogenous nutrients in feedstuffs for animal diets. **Amino acids**, v. 52, n. 4, p. 523-542, 2020. https://doi.org/10.1007/s00726-020-02833-4

MARCHÃO, R. S.; RIBEIRO, F. B; SIQUEIRA, J. C.; BOMFIM, M.A. D.; SILVA, J. C; SOUSA, T. J. R.; NASCIMENTO, D. C. N.; SOUSA, M. C. Digestible lysine requirement for Tambaqui (*Colossoma macropomum*) juveniles using the diet dilution technique. **Aquaculture Reports**, 18. 100482, 2020.

MARCHÃO, Rafael S. ***et al.*** Digestible threonine requirement in tambaqui (*Colossoma macropomum*) diets: growth, body deposition, haematology and metabolic variables. **Aquaculture Research**, v. 53, n. 16, p. 5697-5709, 2022. https://doi.org/10.1111/are.16051

MARCHÃO, Rafael Silva ***et al.*** Evaluation of dietary tryptophan requirement on growth, whole-body composition, and hematobiochemical parameters of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in the fattening phase. **Aquaculture International**, v. 32, n. 1, p. 633-652, 2024. https://doi.org/10.1007/s10499-023-01179-4

MARTINS, Graciela P. ***et al.*** Adequate levels of dietary digestible lysine improve growth, feed utilization and carcass composition but do not affect muscle morphology of tambaqui (*Colossoma macropomum*) juveniles. **Aquaculture Reports**, v. 38, p. 102334, 2024. https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2024.102334

MORAES, I. S.; O'SULLIVAN, F. L. A. Biologia, habitat e cultivo do tambaqui *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1816). **Scientia Amazonia**, v. 6, n. 1, p. 81-93, 2017.

NASCIMENTO, Ana Juvelina da Silva; DENADAI, Marcelo Scantamburlo. Piscicultura no Brasil. **Tekhne e Logos**, v. 15, n. 1, p. 15-24, 2024.

NASCIMENTO, T. M. T.; BUZOLLO, H.; SANDRE, L. C. G.; NEIRA, L. M.; ABIMORAD, E. G.; CARNEIRO, D. J. Apparent digestibility coefficients for amino acids of feed ingredients in tambaqui (*Colossoma macropomum*) diets. **Rev. Bras. Zootec**. 49, 20190032, 2020.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. Washington: **National Academy of Science**, 2011. 376p.

NUNES, E. S. S.; CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R. Enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 1, p. 139-143, 2006.

OLIVEIRA, T. S.; KHAN, K. U.; BOARATTI, A. Z.; RODRIGUES, A.T.; REIS, M. P.; SAKOMURA, N. K.; FERNANDES, J. B. K. Evaluation of the optimum dietary essential amino acid pattern for adult pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Aquaculture, 540, 2021.

PEIXE BR DA PISCICULTURA – ANUÁRIO 2025. Disponível em: https://www.peixebr.com.br/anuario-2025/ Acesso em 02 jul. 2025.

PORTZ, L.; FURUYA, W. M. Energia, Proteína e Aminoácidos. *In*: FRACALOSSI, D.M; CYRINO, J.E.P., eds. Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira - Nutriaqua. Florianópolis – SC: **Aquabio**, p.65-74, 2016.

ISBN 978-65-83998-25-5 - Vol. 2 - Ano 2025 - www.cientificadigital.org

ROCHA, Aline da Silva *et al.* Assessment of methionine plus cystine requirement of tambaqui (*Colossoma macropomum*) based on zootechnical performance, body composition, erythrogram, and plasmatic and hepatic metabolites. **Veterinary Research Communications**, v. 47, n. 4, p. 2111-2125, 2023. https://doi.org/10.1007/s11259-023-10175-1

RODRIGUES, Andressa T. *et al.* Ideal profile of essential amino acids for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in the finishing growth phase. **Aquaculture Research**, v. 51, n. 11, p. 4724-4735, 2020. https://doi.org/10.1111/are.14819

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; HANNAS, M. I.; DONZELE, J. L.; SAKOMURA, N. K.; PERAZZO, F. G.; SARAIVA, A.; TEIXEIRA, M. L.; RODRIGUES, P. B.; OLIVEIRA, R. F.; BARRETO, S. L. T.; BRITO, C. O. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2017. 488 p.

SAHU, Shubham *et al.* A review on physiological, behavioral and metabolic role of dietary tryptophan in fish. **Int. J. Chem. Stud**, v. 8, n. 3, p. 2411-2417, 2020. https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i3ai.9571

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal: **Funep**; 2016.

SILVA, J. C.; BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; RIBEIRO, F. B.; SIQUEIRA, J. C.; SOUSA, T. J. R.; MARCHÃO, R. S.; NASCIMENTO, D. C. N. Lysine requirement for tambaqui juveniles. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 39, n. 5, p. 2157-2168, 2018.

SILVA, J. H. V.; JORDÃO FILHO, J.; COSTA, F. G. P.; LACERDA, P. B.; VARGAS, D. G.V.; LIMA, M. R. Exigências nutricionais de codornas. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim**., Salvador, v.13, n.3, p.775-790, 2012.

SILVA, Jakeline Veras da *et al.* Dietary valine requirement of tambaqui (*Colossoma macropomum*) with different body weights. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 46, p. e002122, 2022. https://doi.org/10.1590/1413-7054202246002122

SIQUEIRA, J. C.; SAKOMURA, N. K.; DOURADO, L. R. B.; EZEQUIEL, J. M. B.; BARBOSA, N. A. A.; FERNANDES, J. B. K. Diet formulation techniques and lysine requirements of 1- to 22-day-old broilers**. Revista brasileira de ciência avícola**, v.15, n.2, p.123-134, 2013.

SOUSA, M. C.; BOMFIM, M. A. D.; RIBEIRO, F. B.; SIQUEIRA, J. C.; MARCHÃO, R. S.; SOUSA, T. J. R.; TAKISHITA, S. S. Lysine requirements of tambatinga (♀*Colossoma macropomum* × ♂*Piaractus brachypomus*) fingerlings using different diet formulation techniques. **Aquaculture Nutrition**. 2021.

Souza, F. O., Bomfim, M. A. D., Ribeiro, F. B., Lanna, E. A. T., Sousa, T. J. R. D., & Costa, D. D. C. D. (2019). Methionine plus cystine to lysine ratio in diets for tambaqui juveniles. **Revista Caatinga**, *32*, 243-250. https://doi.org/10.1590/1413-7054202145000721

ST. LOUIS, Tracy Jeanel; PEDROZA FILHO, Manoel Xavier; FLORES, Roberto Manolio Valladao. Consumption frequencies, determinants, and habits of aquaculture species in Brazil. **Aquaculture International**, v. 30, n. 2, p. 919-936, 2022. https://doi.org/10.1007/s10499-022-00838-2

TEIXEIRA, S. O.; NUNES, Z. M. P.; PINHEIRO JUNIOR, A. S.; SALARO, A. L.; MOURA L. B.; VERAS, G. C.; CAMPELO, D. A. V. Optimal dietary lysine improves growth performance, increases protein deposition and reduces lipid accumulation in tambaqui (*Colossoma macropomum*) juveniles. **Aquaculture Research.** 51:5065–5073, 2020.

VIEIRA, Bruna Renata Meletti *et al.* The effects of tryptophan supplementation on stress and aggression in Nile tilapia. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 37, n. 4, p. 578-584, 2021. https://doi.org/10.1111/jai.14186

WILSON, R. R. Amino acid and proteins. ***In***: HALVER J.E.; HARDY R.W. Fish nutrition. San Diego: **Academic**, 2002. p.143-179.

XING, Shujuan ***et al.*** Essential amino acid requirements of fish and crustaceans, a meta-analysis. **Reviews in Aquaculture**, v. 16, n. 3, p. 1069-1086, 2023. https://doi.org/10.1111/raq.12886

XU, Chao ***et al.*** Effects of dietary leucine and valine levels on growth performance, glycolipid metabolism and immune response in Tilapia GIFT *Oreochromis niloticus*. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 121, p. 395-403, 2022. https://doi.org/10.1016/j.fsi.2022.01.028

ZHOU, Zhiyu ***et al.*** Dietary valine levels affect growth, protein utilisation, immunity and antioxidant status in juvenile hybrid grouper (*Epinephelus fuscoguttatus*♀× *Epinephelus lanceolatus*♂). **British Journal of Nutrition**, v. 125, n. 4, p. 408-419, 2020. https://doi.org/10.1017/S0007114520002858

SOBRE OS ORGANIZADORES

Antonia Francisca Lima Cardoso

Graduada em Zootecnia e mestra em Ciência Animal pela Universidade Federal do Maranhão, e especialista em docência do ensino médio/técnico. Tem experiência como professora na Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão-UEMASUL e na Faculdade Vale do Aço-FAVALE, ministrando aulas para os cursos de engenharia agronômica e Medicina Veterinária. Atualmente é professora e coordenadora do eixo de Recursos Naturais no Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA).
Lattes: https://lattes.cnpq.br/2440063915138440

Sharles Gabriel de Souza Borges

Graduado em Gestão Ambiental (Tecnólogo) pela Católica do Tocantins, em Palmas -TO, como Bolsista ProUni. Complementação Pedagógica equivalente a Licenciatura em Química (R2), pela FCE. Pós-graduado em Genética Humana pela Faculdade Campos Elísios - FCE e Diversidade Biológica, também pela FCE. Possui mestrado acadêmico pelo Programa de Pós-graduação em Biodiversidade, Ecologia e Conservação PPGBEC/UFT- Universidade Federal do Tocantins. Atua na área de palestras, entrevistas, projetos, licenciamento ambiental, educação ambiental e publicidade ambiental. Atualmente é coordenador do Núcleo de Integração Escola-Trabalho (NIET) no Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - IEMA, IP Amarante do Maranhão.
Lattes: https://lattes.cnpq.br/3755822069478415

Shirlenne Ferreira Silva

Bacharel em Zootecnia (IESM, 2012) Mestre em Nutrição Animal e Forragicultura (UFC, 2015) e Doutora em Forragicultura (UFC, 2019). Especialista em Educação Tecnológica e Profissionalizante (Faculdade Campo Elíseos, 2022), em Gestão Escolar, Inspeção e Supervisão (IFSul de Minas, 2023) e em Botânica (FaceMinas). Tem experiência na área de Conservação de Forragens, Nutrição de Ruminantes, Produção Animal e Zootecnia Geral. Atua como docente desde 2012 passando pelas redes Estadual (curso Técnico em Agropecuária/Educação no Campo/Pedagogia da Alternância- SEDUC-MA), IEMA Amarante (2021-2023), Federal (IFMA *campus* Caxias-2019; e IFRO *campus* Cacoal-2020) e Privada (IESM-MA-2014). Também atua como revisora de periódicos científicos, palestrante e assistente técnica. Atualmente é bolsista de Pós-Doutorado (FAPEPI) do departamento de Zootecnia

da UFPI, supervisonada pelo pesquisador Ricardo Loiola Edvan.
Lattes: https://lattes.cnpq.br/1684783201815330

Francisco Helio Alves de Andrade

Técnico em Agropecuária pela Escola Agrotécnia do Cajueiro (2010), graduação em Licenciatura Plena em Ciências Agrárias pela Universidade Estadual da Paraíba (2015), mestrado em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (2018) e doutorado em Fisiologia Vegetal pelo Universidade Federal de Lavras, MG (2021). Atualmente é professor bolsista do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão das disciplinas de Viveicultura, Administração e Economia Rural, Agricultura Geral e Política, Legislação, Sistemas de Gestão Ambiental e Processos Produtivos. Já lecionou Topografia, Equideocultura, Produtos de Origem Animal, Vegetal e Agroindustrial, Métodos de Irrigação e Drenagem, Manejo e Conservação do Solo e da Água e Associativismo e Cooperativismo.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/9792756863464233

ÍNDICE REMISSIVO

A

Absorção: 85, 99, 107, 109, 129, 141, 223, 242, 282, 294

Adaptação: 12, 25, 47, 55, 57, 163, 170, 176, 177, 180, 182, 183, 184, 191, 192, 193, 214, 221, 287, 288

Aditivos: 50, 55, 58, 59, 62, 64, 65, 67, 68, 93, 102, 104, 127, 221

Alimentos: 36, 51, 64, 100, 101, 107, 108, 109, 110, 114, 122, 123, 124, 177, 200, 210, 218, 228, 292, 300

Aminoácidos Limitantes: 286, 295

Aprendizagem: 130, 131, 133, 139, 142, 143, 145, 176, 177, 178, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 233, 263, 264, 266, 272, 285

Aquicultura Sustentável: 286

Aula Prática: 130, 226, 264

C

Caatinga: 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 78, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 126, 157, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 207, 208, 209, 210, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 222, 223, 224, 249, 300

Cerrado: 146, 150, 157, 199, 202, 249, 261

Citrullus Lanatus: 160, 161, 162, 171, 172, 173, 174, 275, 276

Comportamento Inato: 176, 178, 179

Composição Química: 11, 12, 15, 16, 17, 18, 22, 26, 31, 49, 53, 54, 56, 60, 62, 63, 67, 68, 93, 94, 97, 98, 102, 105, 108, 110, 126, 219, 220, 221, 222, 223, 227

Condicionamento: 176, 178, 182, 185, 186, 187, 188, 196

Conservação: 28, 49, 50, 51, 61, 62, 64, 65, 83, 89, 90, 93, 95, 97, 102, 107, 108, 115, 122, 168, 169, 198, 200, 201, 207, 208, 210, 218, 223, 224, 260

Controle Sanitário: 93

Convivência com a Seca: 210, 218, 224

Cucumis Melo L: 164, 171, 173, 238, 251, 252, 253, 262

Culturas Alternativas: 49

D

Defecação: 30, 32, 44, 45, 184

E

Educação no Campo: 226, 264

Ensilagem: 49, 50, 51, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 62, 64, 65, 66, 67, 93, 94, 95, 96, 101, 102, 103, 107, 108, 115, 117, 118, 123, 124, 126, 210, 217, 218, 219, 222, 224

Ensino: 129, 130, 131, 142, 229, 232, 233, 263, 264, 266, 272, 273

Entomofilia: 160

EPI´s: 129

Estrutura da Vegetação: 90, 198

Exploração Racional: 210, 211

Exportação: 248, 252, 259, 275, 276, 277, 282

F

Fatores Nutricionais: 107

Fitomassa: 11, 13, 15, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 27, 28, 85, 211, 216, 224

Fitossociologia: 71, 90, 198, 208, 224

Forragicultura: 129, 132, 226, 233, 234

I

Interdisciplinaridade: 264, 272

M

Manejo Sustentável: 15, 26, 70, 88, 198, 199, 200

Melitofilia: 160

Micção: 30, 32, 44

Micotoxinas: 93, 94, 99, 100, 104, 123

Mulching: 174, 238, 239, 241, 242, 243, 255, 256, 260, 275, 279, 280, 282

N

Nutrição de Peixes: 286, 287, 288, 289, 291, 294, 297

Nutrição de Ruminantes: 49, 105, 126

O

Ócio em pé: 30

P

Pastagem Nativa: 11, 70, 88, 210

Pastagem Nativa: 11, 70, 88, 210

Pastagem Natural: 70

Pastejo: 11, 17, 21, 22, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 71, 83, 224

Planta Forrageira: 49, 70, 96, 227

Práticas Conservacionistas: 264

Produção de Grãos: 63, 146, 148

Proteína Ideal: 286, 289, 290, 292, 296, 297, 298

R

Reagentes: 129, 131, 134, 136, 137, 138, 141, 142, 143

Regiões Secas: 49, 146, 222, 226, 227

Riscos: 13, 101, 103, 122, 129, 131, 133, 135, 136, 137, 141, 169, 216, 220, 289

Ruminação: 30, 32, 38, 40, 41, 42, 43, 44

S

Sanidade Animal: 67, 93

Segurança Ambiental: 129

Semiárido: 17, 18, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 47, 58, 61, 62, 66, 70, 89, 90, 103, 126, 199, 200, 208, 210, 211, 212, 214, 222, 224, 227, 236, 239, 259, 261, 281, 283, 284

Semiárido: 17, 18, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 47, 58, 61, 62, 66, 70, 89, 90, 103, 126, 199, 200, 208, 210, 211, 212, 214, 222, 224, 227, 236, 239, 259, 261, 281, 283, 284

Sustentabilidade: 14, 25, 93, 103, 160, 170, 201, 217, 222, 233, 235, 236, 264, 271, 286, 288, 297

Sustentabilidade Agrícola: 160

T

Técnicas de Conservação: 210

Técnicas de Mensuração: 198

Técnico Agrícola: 275

Técnico em Agropecuária: 233, 238, 239, 240, 248, 251, 253, 266, 275, 276

Tratos Culturais: 238, 241, 244, 261, 276

científica digital

ISBN 978-658399825-5

VENDA PROIBIDA - ACESSO LIVRE - OPEN ACCESS

www.cientificadigital.org | contato@cientificadigital.org